GHEORGHE G. DONCEAN
AURELIA GRIGORIU

PROCEDEE FIZICO-CHIMICE INTENSIVE PENTRU FINISAREA MATERIALELOR TEXTILE

PROCEDEE FIZICO - CHIMICE INTENSIVE
PENTRU FINISAREA MATERIALELOR
TEXTILE

"PERFORMANTICA"
Editura Institutului Naţional de Inventică
B-dul Copou, nr. 3-5, 6600 Iaşi
Telefon / Fax 00-40-32-214763
ROMÂNIA

Referenţi:

prof. dr. ing. ELENA ILIESCU
prof. dr. ing. VALERIA - MARTA GORDUZA

Consilier editorial: dr.TRAIAN STĂNCIULESCU

Culegere computerizată: CARMEN COINAC
Tehnoredactare: IULIA DUMITRIU
Coperta: ALIN MOSCALU
Corector: ALEXANDRU VIZITIU
Grafica: IOAN LAZĂR, OCTAV PĂUNEŢ

I. S. B. N. 973-97076-5-3

Gheorghe G. DONCEAN **Aurelia GRIGORIU**

Institutul Naţional de Inventică **Universitatea Tehnică**

Iaşi **Iaşi**

PROCEDEE FIZICO - CHIMICE INTENSIVE PENTRU FINISAREA MATERIALELOR TEXTILE

INTRODUCERE

Această monografie scrisă în sprijinul practicienilor are ca scop prezentarea modalităţilor de intensificare a transferului de masă în operaţiile de finisare textilă.

Se prezintă succint procedeele continue de finisare, neabordate detaliat până în prezent în literatura de specialitate din România, cu referire asupra descleierii, curăţirii alcaline, albirii, vopsirii şi finisărilor superioare.

Pentru procedeele continue se au în vedere posibilităţile de accelerare cum ar fi: comasarea operaţiilor; activarea termică; utilizarea topiturilor, intensificatorilor şi catalizatorilor; fixarea azeotropă, utilizarea solvenţilor (amoniac lichid, bioxid de carbon lichid); utilizarea volumelor minime de flotă, insistându-se asupra finisărilor din mediu de spumă şi asupra biotehnologiilor.

Sperăm ca prin această scurtă prezentare a ultimelor realizări în domeniul finisării textile să venim în sprijinul specialiştilor preocupaţi de introducerea progresului tehnic şi de retehnologizare.

Cu gândul că lucrarea poate fi îmbunătăţită, aşteptăm sugestiile şi colaborarea dumneavoastră.

În încheiere, mulţumim celor care au contribuit la sponsorizarea lucrării, neuitând de valoarea şcolii ieşene de textile.

Autorii

CAPITOLUL 1

CARACTERIZAREA FIBRELOR TEXTILE

Fibrele textile sunt polimeri liniari cu diferite forme de organizare la nivel macromolecular şi la cel supramacromolecular [1].

O macromoleculă conţine grupe reactive (-OH, -COOH, $-NH_2$, $-SO_3H$) la capetele lanţului şi/sau pe catenă, constituind sediul reacţiilor heterogene.

Partea hidrofobă a macromoleculei, atomii sau grupele de atomi de legătură dintre verigile elementare (-O-, -COO-, -CO-NH-), dar şi grupele reactive sînt implicate în interacţiuni fizice şi chimice, inter- şi intramoleculare, fig. 1.1, 1.2 tab. 1.1.a. şi tab. 1.1.b [2].

Elasticitatea macromoleculei determină proprietăţile mecanice ale fibrei. Lungimea macromoleculei depăşeşte de mii de ori dimensiunea transversală. Dacă se construieşte un model de macromoleculă la dimensiunile unui fir, atunci va avea aceeaşi elasticitate ca a unuia din oţel.

Structura liniară, anizotropia şi elasticitatea constituie elementele determinante ale fibrelor naturale, artificiale şi sintetice.

Intensitatea interacţiunilor intermoleculare în fibre influenţează stabilitatea formei materialelor textile şi capacitatea de umflare în mediile de finisare.

Elasticitatea fibrelor este limitată de substituenţii voluminoşi, de numărul grupelor polare implicate în legături de hidrogen, de numărul nucleelor condensate şi de numărul legăturilor covalente transversale.

Umflarea fibrelor poate fi explicată prin pătrunderea solventului între lanţurile macromoleculare cu slăbirea interacţiunilor fizice şi chimice. Într-un mediu cu un conţinut de umiditate 100 %, la echilibru, fiecare ochi elementar de celuloză reţine trei

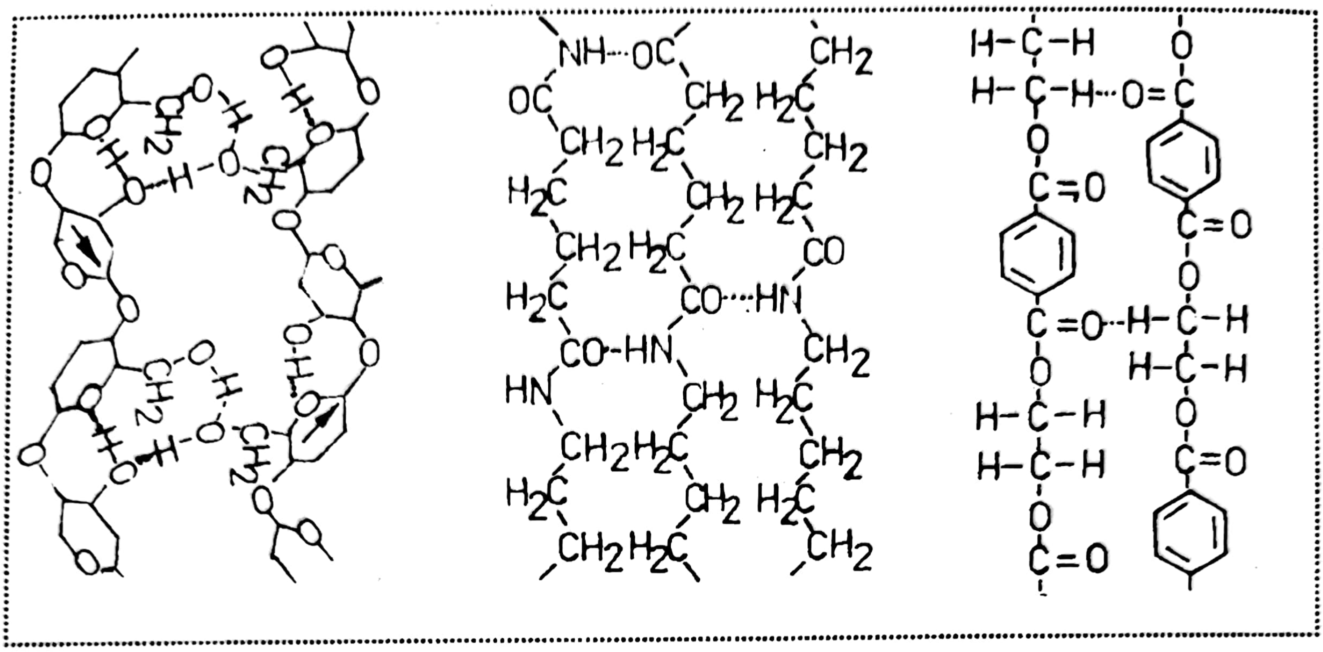


Fig. 1.1 Lanţurile macromoleculare de celuloză (a), poliamidă 6 (b) şi PET (c).

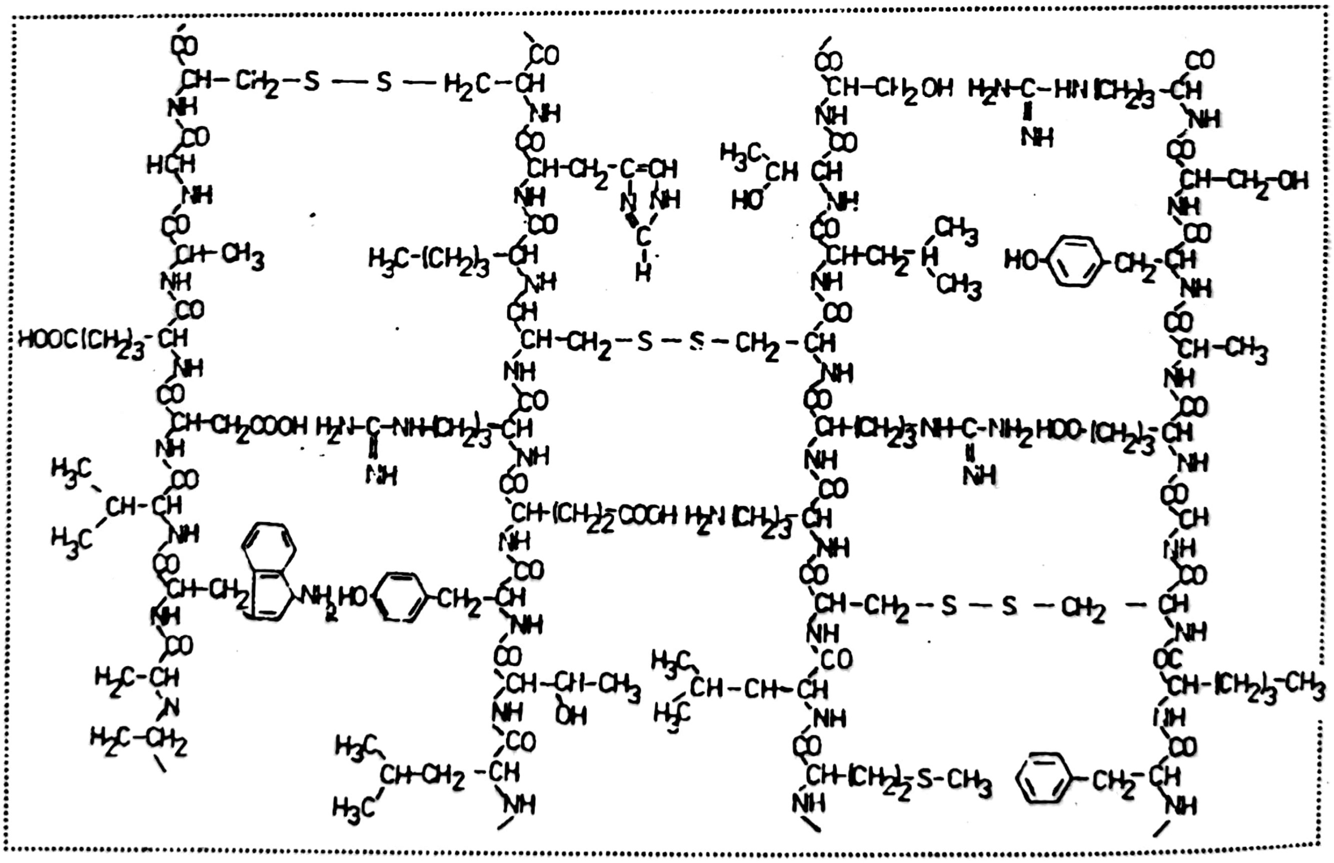
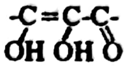


Fig. 1.2 Dispunerea lanţurilor polipeptidice în lână.

Tabelul 1.1.a *Structura grupelor funcționale din fibrele naturale și chimice [2].*

Fibra	Masa moleculară x 10^6	Grad mediu de polimerizare	Structura verigii elementare	Grupe funcționale	Numărul de grupe funcționale
Bumbac	1-2	$(10\text{-}15) \cdot 10^3$	$-O-C_6O_4H_{10}-O-$	$-CH_2-OH$; $-OH$	Trei grupe la fiecare ochi elementar
				$-COH$	La capătul lanțului
				 $\underset{OH}{-C}=\underset{OH}{C}-\underset{O}{\overset{}{C}}-$	O grupă la 35 ochiuri elementare
				$-COOH$	O grupă la 85-190 ochiuri elementare
Lâna			$-NH-CHR-CO-$	$-NH_2$, $-COOH$	La capetele lanțului
				R-rest hidrocarbonat și H- $-CHOH(CH_3)$ $-CH_2-CH(CH_3)_2$ $-CH_2-C_6H_5$	31,4-41,5 g/100 g
				R-rest cu caracter bazic $-CH_2(CH_2)-NH-C=NH$ $-CH_2-(CH_2)_3-NH_2$ $-CHOH-(CH_2)_3-NH_2$ $-CH-N=CH_2$ $-CH_2-C-NH-$	12,9-15 g/100 g
				R-resturi cu caracter acid $-CH_2-COOH$ $-CH_2-CH_2-COOH$	19,5-23,3 g/100 g
				R-resturi cu grupe hidroxilice $-CH_2OH$ $-CH_2(OH)-CH_3$ $-CH_2-C_6H_4-OH$	17,8-22,6 g/100 g

Tabelul 1.1.b *Structura grupelor funcţionale din fibrele naturale şi chimice [2].*

Fibra	Masă moleculară (x 10^3)	Grad mediu de polimerizare	Structura verigii elementare	Grupe funcţionale	Numărul de grupe funcţionale
Poliamida	15-22	150-210	$-(NH-(CH_2)_5-CO)_n-$	$-NH_2$, $-COOH$	0,03-0,08 echivg/kg
Polietilentereftalat	15-20	85-120	$-[CO-C_6H_6-CO_2(CH_2)_2-O]_n-$	$-COO^-$ $-COOH$	Nesemnificativ
Poliacrilonitril	40-80	500-1150	$[-CH_2-\underset{\substack{\vert \\ CN}}{CH}-]_n$	$-C\equiv N$ $-COOH$ $-SO_3H$ $-OH$	$12{,}1 \cdot 10^5$ g/g
Polipropilena	80-250	1900-5900	$-(CH_2-\underset{\substack{\vert \\ CH_3}}{CH}-)_n$		

molecule de apă, [(3 x 18 x 100 / 162) = 33 %], iar o unitate structurală din poliamidă reţine o moleculă de apă, ceea ce reprezintă 16 %.

Grupele ionogene (-COOH, $-SO_3H$) pot lega cîteva molecule de apă, mărindu-se astfel hidrofilia polimerului. În unele cazuri, hidrofilia creşte atît de mult încît fibra devine solubilă în apă. De exemplu, hidratceluloza cu un conţinut de 3-5 % grupe hidroxilice şi poliacrilonitrilul cu 10-12 % grupe sulfat sunt solubile în apă. De aceea, cantitatea de grupe hidrofile din polimer trebuie să fie astfel încît repriza să nu fie mai mică de 4-5 % sau mai mare de 11-12 %. În afara domeniului, proprietăţile igienice de exploatare se înrăutăţesc sau se diminuează rezistenţele materialului în stare umedă.

Ordonarea macromoleculelor prin interacţiuni fizice şi chimice implică formarea unităţilor arhitectonice intermediare între macromoleculă şi fibră, denumite pachete de macromolecule, microfibrile, fibrile. Complexitatea structurii supramoleculare este determinată de raportul cristalin-amorf şi de amploarea domeniilor de tranziţie prin a căror transformare se pot intensifica procesele de sorbţie. Gradul de cristalinitate oscilează între 10 şi 90 %. În zonele amorfe şi de tranziţie apar defecte ale structurii cristaline, ordonarea lanţurilor macromoleculare fiind deficitară.

În procesele de biogeneză ale fibrelor naturale şi de filare ale fibrelor chimice se formează părţi neocupate de materialul polimer, denumite goluri sau pori [2] care prezintă interes din punct de vedere practic. Porii asigură pătrunderea şi fixarea ulterioară a reactanţilor. Porii a căror rază este de 1-1,5 nm au un caracter metastabil şi, în totalitate, formează volumul liber al fibrei. Porii cu raza de 3-6 nm apar ca urmare a împachetării incomplete a primelor formaţiuni supramoleculare (pachete de macromolecule, microfibrile sau fibrile elementare). Porii cu raza de 15-20 nm apar în

Tabelul 1.2 ***Suprafaţa internă a fibrelor (m^2/g)***

Fibra	Suprafaţa internă a fibrelor calculată din sorbţia gazelor sau vaporilor			
	Azot	Apă	Metanol	Etanol
Bumbac	0,7-6,0	93,8-137	20,1-81,8	7,3-16,5
Bumbac umflat	15-35	-	-	-
Vâscoză	1,0-1,9	204-287,9	3,6-104	1,2-17,1
Lână	0,96	206	-	-
Mătase naturală	3,1	140-212,5	170,1	10,2
Triacetat	0,38-2,1	40,7-58,8	148,5	115,1
Poliacrilonitril (homopolimer)	1-2,2	19,7	23,1	5,1
Polioacrilonitril (copolimer)	2,3	31,4	24,3	5,4
Poliamidă	0,31-1,6	45-100,2	87,3	78,3
Polietilentereftalat	0,5	29,6	25,6	5,5
Polipropilenă	1,4	26,1	17,2	10,2

Tabelul 1.3 ***Volumul total al porilor (cm^3/g)***

Fibra	Volumul total al porilor				Porozitatea volumică (%)
	calculat din sorbţia vaporilor de:			determinat prin porozimetria cu mercur	
	Apă	Metanol	Etanol		
Bumbac	0,130	0,142	0,131	0,257	6,6
Vâscoză	0,275	0,229	0,130	0,181	1,5
Mătase naturală	0,248	0,217	0,090	0,120	-
Triacetat	0,120	0,184	0,206	0,221	1,9
Poliacrilonitril (homopolimer)	0,030	0,050	0,010	0,137	-
Polietilentereftalat	0,060	0,055	0,023	0,055	1,2
Polipropilena	0,045	0,047	0,039	0,163	1,9

zonele dintre fibrile sau în interiorul acestora. Porii cu raza mai mare de 1-2 μm sunt nedoriţi. Prin urmare fibrele textile pot fi caracterizate drept sorbenţi prin volumul specific intern [3], [4] şi prin suprafaţa internă [5], [6], (tabelele 1.2, 1.3). Din datele prezentate se trage concluzia că fibrele naturale şi artificiale hidrofile, sunt mult mai accesibile faţă de reactanţi comparativ cu fibrele sintetice, hidrofobe.

Unităţile arhitectonice, îndeosebi în cazul fibrelor naturale sunt prinse într-o matrice de cimentare care constituie o barieră în calea difuziei substanţelor chimice spre grupele reactive. De asemenea, difuzia este împiedicată de diferite elemente din structura morfo-histologică (membrane).

Intensificarea finisării materialelor textile se bazează pe:

- permeabilizarea (modificarea) suprafeţei fibrelor (stratul primar al bumbacului, cuticula lînii, mantaua fibrelor chimice etc.);
- eliminarea avansată a însoţitorilor naturali, tehnologici şi accidentali;
- mărirea porozităţii;
- modificarea raportului cristalin/amorf;
- slăbirea temporară a interacţiunilor inter- şi intramoleculare.

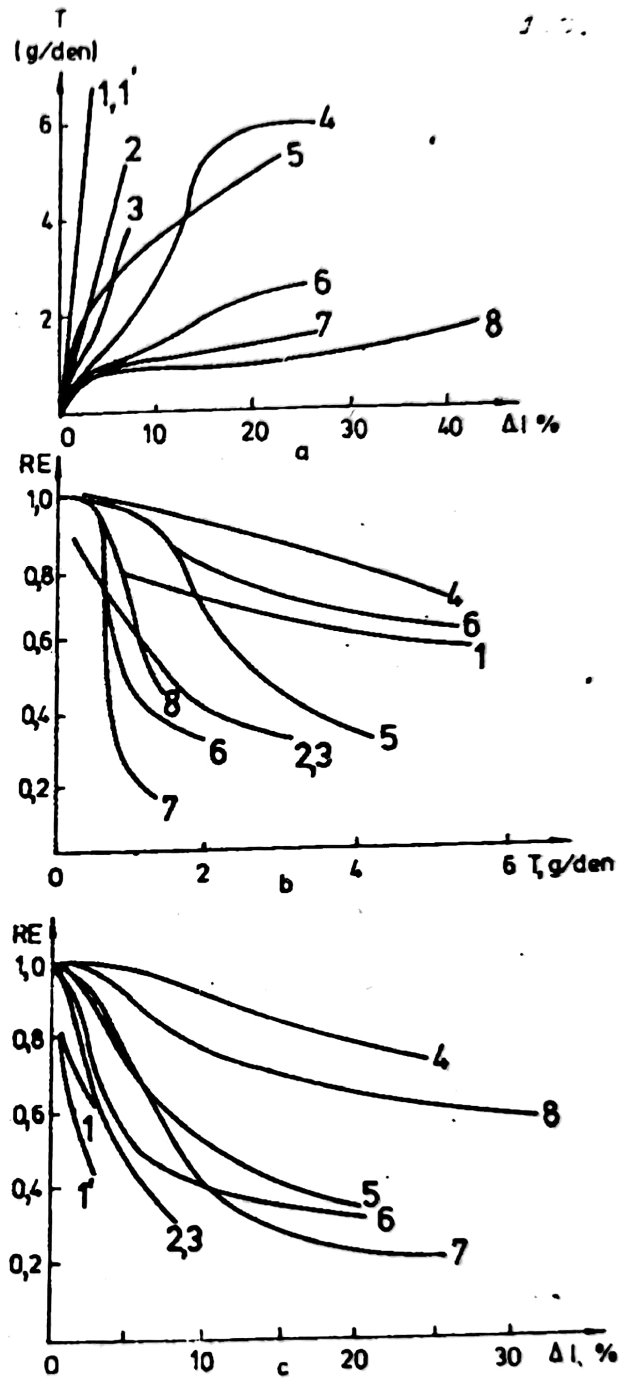


Fig. 1.3 Dependenţele tenacitate-alungire (a), revenire elastică-tenacitate (b) şi revenire elastică-alungire (c) pentru in (1), ramie (1'), bumbac (2, 3), poliamidă (4), mătase (5), vâscoză (6), acetat (7), lână (8).

În paralel nu se va neglija conservarea grupelor funcţionale şi a indicilor fizico-mecanici şi de calitate.

În procesele de finisare, se recomandă solicitarea materialului textil în domeniul de elasticitate [7] (fig. 1.3).

BIBLIOGRAFIE

1. N. Asandei, A. Grigoriu - *Chimia şi structura fibrelor*, Ed. Academiei, 1983;
2. B. N. Melnikov, I. B. Bliniceva - *Teoret. osn. tehn. kraş. volok. mat.*, Moskva, 1978;
3. N. I. Klenkova, G. P. Ivaskin - *Jurnal Prikl. Himii*, 1963, 2, p. 398;
4. H. Flatt, S. Kohne - *Faserforsch. u. Textiltechn.*, 1968, 6, p. 265;
5. R. G. Quyn - *Text. Res. I*, 1963, 1, p. 21;
6. V. A. Bogdanovskaia - *Elektrohimiia*, 1990, 8, p. 997;
7. G. Fredi - *Tinctoria*, 1988, 7, p. 68.

CAPITOLUL 2

REALIZĂRI ÎN TRATAMENTELE DE PREGĂTIRE

În operaţiile de pregătire a materialelor se urmăreşte îndepărtarea însoţitorilor şi conferirea unei capacităţi mari de umectare.

Pentru ţesăturile tip bumbac trebuie să se obţină indici de calitate corespunzători (capilaritate, grad de alb, stabilitate dimensională etc.). Rezultatele colorării şi tratamentelor de finisare superioară depind de calitatea operaţiilor de pregătire.

2.1. Descleierea

În scopul protejării faţă de solicitările mecanice de la ţesere, pe firele de urzeală se aplică substanţe peliculogene naturale (amidon) sau sintetice (alcool polivinilic, poliacrilaţi etc.). Forţele de adeziune polimer fibros - peliculă se măresc în timpul operaţiilor termice (pârlire, termofixare), ca urmare creşte gradul de fixare şi scade solubilitatea. De asemenea, oxizii metalici, impurităţile, substanţele textile ajutătoare (antioxidanţii, inhibitorii de coroziune, regulatorii de vâscozitate) conduc la creşterea stabilităţii faţă de substanţele chimice de descleiere (dezancolare). Supradozarea substanţelor de umplere (talc) şi a electroliţilor diminuează umflarea şi solubilizarea peliculei, ceea ce impune aplicarea unor condiţii severe de descleiere.

Pentru accelerarea descleierii se propune aplicarea procedeelor continue cu folosirea alcaliilor, fermenţilor şi oxidanţilor. Prin utilizarea substanţelor de udare şi emulsionare se asigură un tratament uniform [1], (v. anexa I).

Premiza esenţială pentru solubilizarea peliculei de ancolare constă în umflarea pronunţată, ce poate fi obţinută prin:

- creşterea temperaturii de tratare pînă la 60 °C (la temperatură ridicată scade gradul de asociere al moleculelor de apă, creşte difuzia şi se distrug legăturile fizice şi chimice polimer-peliculă);
- utilizarea substanţelor ajutătoare neionice şi anionice cu rol de udare şi de dispersare (v. anexele II şi IV);
- introducerea substanţelor hidrotrope cu rol de destructurare a apei, accelerându-se umflarea, destrucţia hidrolitică şi solubilizarea peliculelor.

Distrugerea hidrolitică a amidonului depinde de viteza de umflare a peliculei, de capacitatea de difuzie a substanţelor chimice, de concentraţia centrelor de reacţie la care au loc ruperi ale lanţului macromolecular. Viteza de hidroliză a legăturii 1,4 α - glucozidice din amidon este determinată de concentraţia ionilor de hidroniu şi se desfăşoară mai uşor decît în celuloză, la legătura 1,4-β glucozidică. În tabelul 2.1 se prezintă câteva variante de descleiere. Asupra descleierii enzimatice se fac referiri detaliate în capitolul 9.

Tabelul 2.1 *Variante tehnologice de descleiere [2]...[6]*

Substanţa	Condiţii de impregnare	Descleierea prin:	
		depozitare	aburire
Amilaza	5 g/l T = 60-79 °C pH = 5,5-7	T = 75-80 °C	-
Amilosubtilaza	T = 50-55 °C pH = 6-6,5	T = 50-55 °C t = 1-4 h	-
Amilaze bacteriale	T = 85-120 °C pH = 6-9,5	-	T = 102-105 °C t = 20-600 s
Peroxid de hidrogen sau Persulfat de amoniu Hidroxid de sodiu	5-10 g/l 5-10 g/l şi 30-40 g/l	-	T = 102-105 °C t = 600 s

În viitor se va acorda o atenţie deosebită procedeelor oxidative de descleiere cu hipoclorit de sodiu, peroxodisulfat de sodiu, acid monopersulfuric, apă oxigenată [7], [8].

I. Trauer [9] corelează parametrii de încleiere (natura şi solubilitatea agenţilor de încleiere, fineţea firelor de urzeală, viteza de impregnare a ţesăturii) cu eficacitatea şi parametrii descleierii (natura şi concentraţia agenţilor de descleiere, gradul de stoarcere, numărul căzilor de spălare) prin folosirea produşilor solubili în apă (derivaţi acrilici și carboximetilceluloza). Pentru creșterea eficacității descleierii, se impune testarea solvabilității peliculelor elastice (timpul de desprindere, viteza de desprindere) şi a duratei de degradare biologică [10]...[13]. Deoarece apele reziduale se impurifică cu săruri alcaline, refolosirea după purificare ridică probleme deosebite [14].

Pentru optimizarea operației de descleiere a țesăturilor celulozice, C. Polo şi M. Pepino [15], după efectuarea unui set experimental cu variabilele independente: concentrația enzimei (g/l) - A, pH-ul soluției - B, temperatura (°C) - C, durata (h) - D, au determinat ecuația de regresie care redă conținutul rezidual de amidon (%) de pe țesătură:

$$Y = 19{,}989 + 4{,}250\ AC - 8{,}256\ AD - 10{,}049\ CD\ (\%)$$

2.2 Curățirea alcalină

Prin curățirea alcalină se îndepărtează însoțitorii naturali ai fibrelor celulozice naturale şi într-o măsură mai mică pigmenții. În sistem se desfăşoară procese fizico-chimice complexe ca: adsorbția, difuzia, umflarea, solubilizarea, emulsionarea, hidroliza, oxidarea.

Însoțitorii naturali ai fibrei de bumbac sunt distribuiți în peretele primar şi în jurul straturilor din peretele secundar, ocupând spațiile libere de difuzie ale substanțelor de finisare. Cantitatea de ceruri de pe suprafața fibrei variază între 0,65 şi 2 %, în funcție de suprafața specifică. Distribuția cerurilor pe suprafața fibrei într-un strat cu grosimea de 0,0015-0,025 μm influențează hidrofobia, proprietățile fizico-mecanice şi optice. După extragerea cu solvenți se îndepărtează structurile globulare şi o parte rămîn pe suprafața internă a fibrei sub formă de strat monomolecular care împiedică pătrunderea soluțiilor apoase.

Proprietățile hidrofobe ale bumbacului se explică şi prin prezența pe suprafața externă a fibrei a altor substanțe cu rol de cimentare (albumine şi lipide). Albuminele sunt constituentele de bază ale straturilor celulare de creştere şi formează împreună cu lipidele straturile exterioare ale fibrei. Partea hidrofobă a lipidelor este orientată către interiorul fibrei şi formează o structură compactă, iar partea hidrofilă, spre exterior, interacționează cu lanțurile polipeptidice cu configurație întinsă. Capilaritatea mărită a țesăturilor tip bumbac se obține numai prin tratarea cu soluții alcaline, fierbinți. Gradul de îndepărtare al cerurilor şi valoarea capilarității depind de concentrația hidroxidului de sodiu, de temperatură şi de durata curățirii, fig. 2.1

BIBLIOTECA JUDEȚEAN

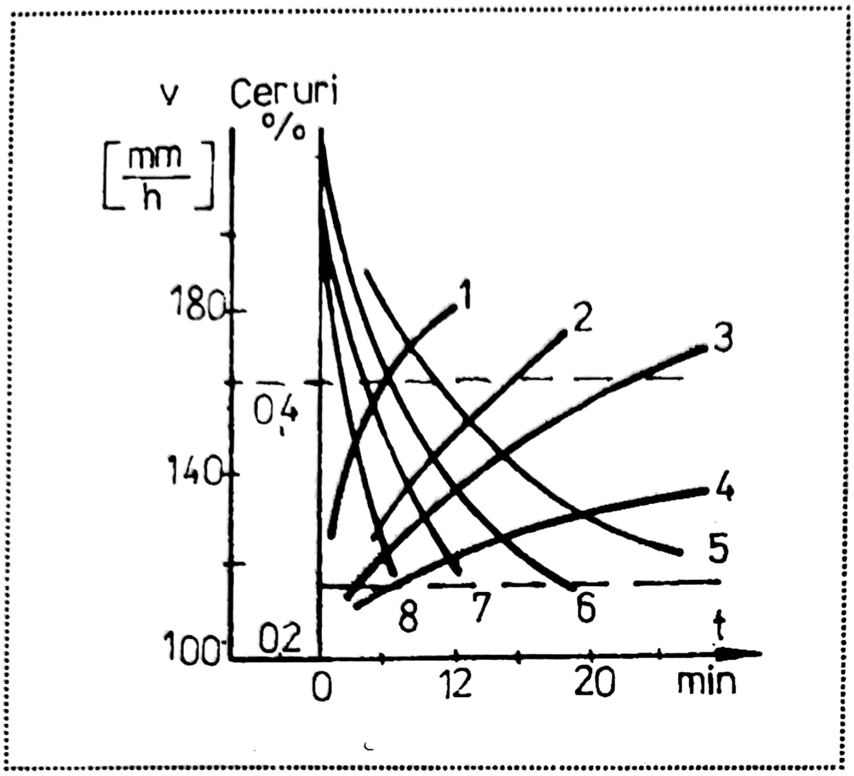


Fig. 2.1 Influenţa concentraţiei hidroxidului de sodiu asupra capilarităţii şi gradului de îndepărtare a cerurilor în cazul curăţirii ţesăturilor de bumbac [17]. 1, 2, 3, 4 - capilaritatea pentru concentraţii de hidroxid de sodiu de 100, 70, 50 şi respectiv 25 g/l; 5, 6, 7, 8 - conţinutul de ceruri corespunzător concentraţiei de hidroxid de sodiu de 25, 50, 70 şi 100 g/l.

Liniile orizontale, întrerupte, indică nivelele capilarităţii şi ale conţinutului rezidual de ceruri (0,25 %) obţinute prin tratarea ţesăturilor de bumbac în condiţii obişnuite (20 g/l NaOH, 60 minute, 100 °C). Valoarea convenabilă a capilarităţii se obţine prin corelaţia concentraţie de hidroxid de sodiu (g/l) – timp (minute) la nivelele 50-25 şi 100-5. Prin utilizarea concentraţiilor ridicate de hidroxid de sodiu, creşte considerabil gradul de umflare al celulozei, se accelerează difuzia substanţelor chimice şi creşte afinitatea lor faţă de fibră, asigurându-se un tratament uniform şi îndepărtarea avansată a însoţitorilor, tabelul 2.2 [16]. La concentraţii de 12-14 % hidroxid de sodiu se atinge umflarea maximă a fibrei.

Prin tratarea alcalină, proteinele se descompun, hemicelulozele şi pectinele se solubilizează, iar lignina se umflă şi parţial se distruge. Pectinele cu masa moleculară (3-30)10^2 se solubilizează parţial; 60 % din conţinutul de 0,8-1,3 % din bumbac şi 50-60 % din conţinutul de 2-5 % din in.

Prin utilizarea substanţelor hidrotrope, complexanţilor şi reducătorilor se măreşte cu 15-30 % gradul de îndepărtare al însoţitorilor tip ligninici determinaţi prin spectroscopia UV în soluţie de cadoxen la lungimea de undă de 280 nm, fig. 2.2, tabelul 2.3, [18], [19]. În prezenţa rongalitei şi a complexantului (Trilon B), potenţialul redox al soluţiei creşte de la 670 mV la 1050 mV şi, implicit, creşte solubilitatea însoţitorilor ligninici, fig. 2.3.

Tabelul 2.2

Influența concentrației hidroxidului de sodiu asupra proprietăților fizico-chimice ale bumbacului

Hidroxid de sodiu %	Umflarea %	Higroscopicitatea %	Accesibilitatea determinată prin deuterare %	Sorbția de apă mol apă/162
0	-	6,5	41	0,704
2	15,2	-	44	0,709
4	18,3	6,6	44	0,725
6	18,3	8,3	45	0,788
8	23,5	8,4	-	0,788
10	30	-	46	0,809
12	33	8,6	60,7	0,819
14	31,5	-	62	0,843
16	29,5	9.3	64	0,929
18	29,5	10	66	1,00

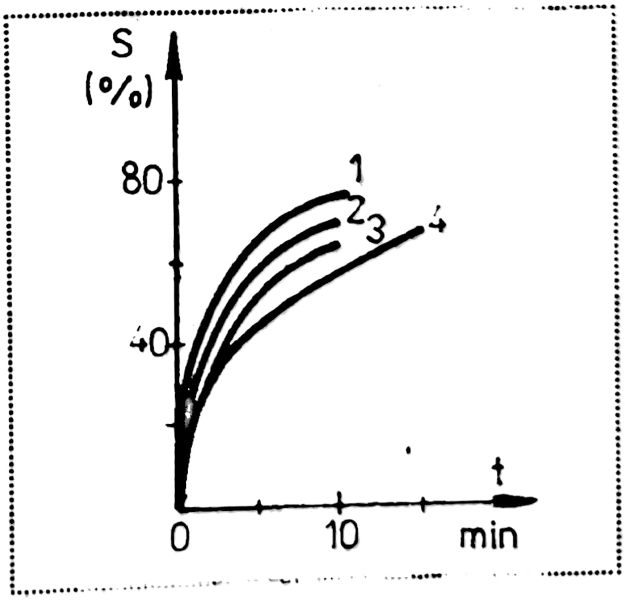


Fig. 2.2 Influența substanțelor chimice auxiliare (STA) asupra solubilității însoțitorilor ligninici din țesăturile de bumbac pentru concentrația hidroxidului de sodiu de 70 g/l
1 - uree 20 g/l, bisulfit de sodiu 5 g/l;
2 - bisulfit de sodiu 5 g/l; 3 - uree 20 g/l;
4 - fără adaos.

Tabelul 2.3 ***Influenţa concentraţiei hidroxidului de sodiu şi a naturii reducătorului asupra gradului de îndepărtare al ligninei (%)***

Concentraţia hidroxidului de sodiu g/l	Fără adaos	Antrachinonă 3 g/l	Dioxid de tiouree 3 g/l	Rongalită 10 g/l	Bisulfit de sodiu 3 g/l	Sulfura de sodiu 20 g/l
25	18,8	29,9	26,4	29,1	28,8	33,2
50	50	59	38,5	58,8	54,2	36
75	53	59,4	46,8	62,2	48,8	-
100	55	62	50	63,6	55	48,6
180	57	63,7	52	69,9	56,8	42,0

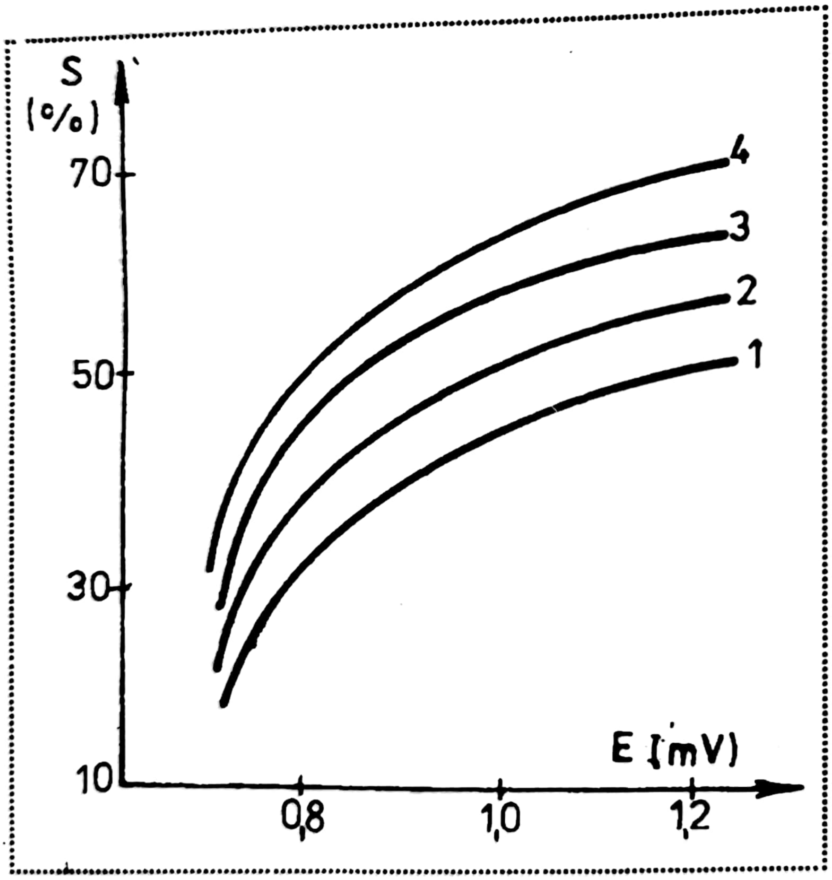


***Fig. 2.3** Dependenţa solubilităţii însoţitorilor ligninici de potenţialul redox al soluţiilor pe bază de alcalii, rongalită şi complexant la durate de curăţire (min): 1 - 5; 2 - 10; 3 - 15; 4 - 30.*

Trilonul B joacă - rol de complexant şi stabilizează potenţialul redox al soluţiei. Eficacitatea reducătorilor (fig. 2.4) depinde de concentraţia hidroxidului de sodiu. La concentraţii mai mici de 50 g/l hidroxid de sodiu sunt eficienţi bisulfitul de sodiu şi sulfura de sodiu. Dacă concentraţia hidroxidului de sodiu depăşeşte 100 g/l, se poate

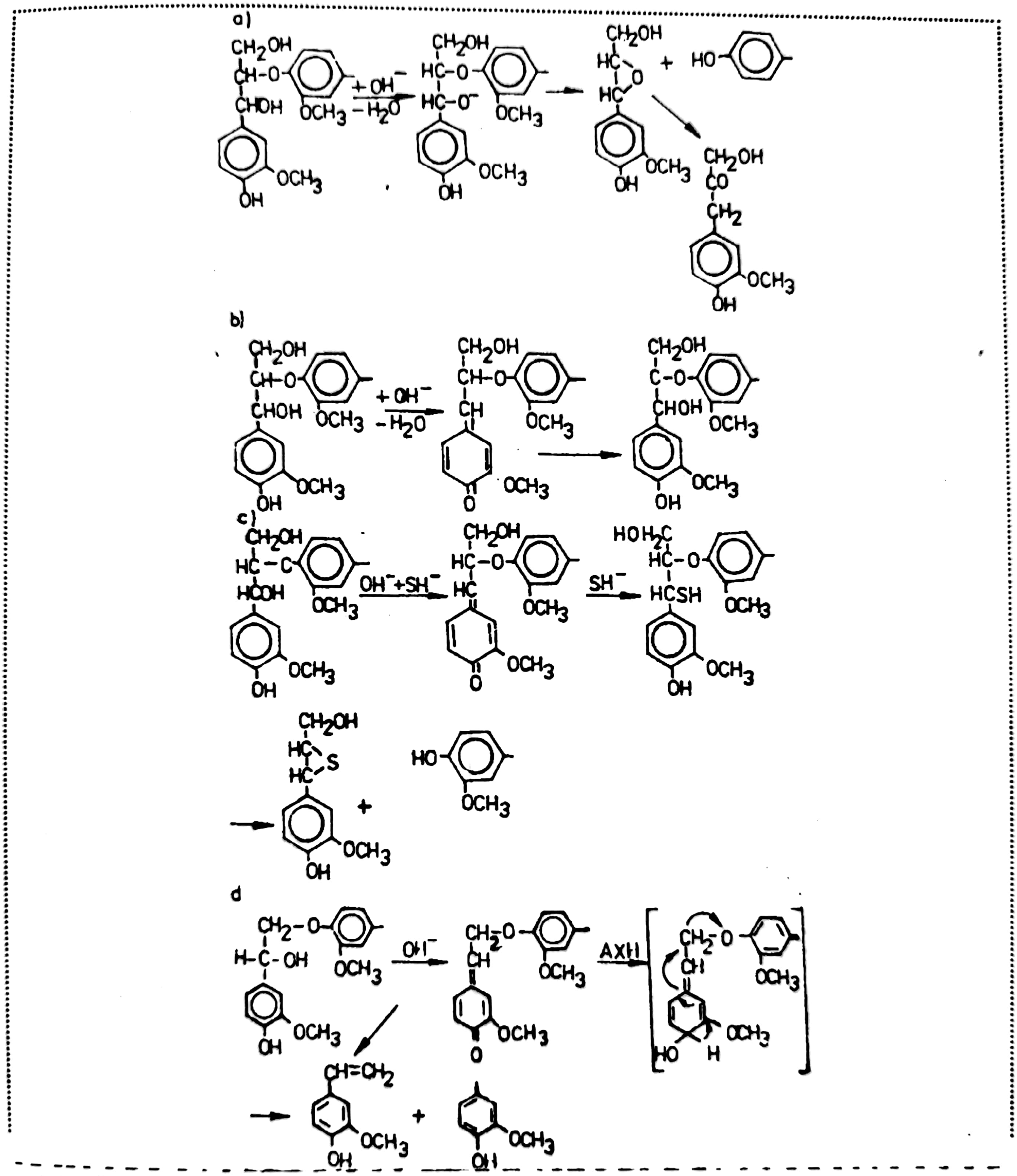

a)
+ OH⁻
− H₂O
b)
+ OH⁻
− H₂O
c)
OH⁻ + SH⁻
SH⁻
d
OH⁻
AXH

Fig. 2.4 Transformările ligninei în mediu alcalin (a, b) şi în prezenţa reducătorilor (bisulfit de sodiu şi sulfură de sodiu - c, antrachinona - d)

utiliza drept agenţi de reducere antrachinona sau rongalita. Numai în mediu alcalin se produce fragmentarea ligninei în forme solubile (a) sau transformarea în esteri stabili (b) [20]. În prezenţa reducătorilor, datorită ionilor OH^-, S^{2-}, SH^- are loc destrucţia avansată a ligninei (c). În prezenţa antrachinonei se propune mecanismul (d) de descompunere [21].

În procesele rapide de curăţire creşte gradul de îndepărtare al însoţitorilor, concomitent cu creşterea vitezei procesului. Din valorile prezentate în fig. 2.5 se observă că prin creşterea concentraţiei de hidroxid de sodiu de 3-4 ori, viteza de atingere a indicilor prescrişi creşte de 10-12 ori [23]. Dacă în sistem se introduc intensificatori, atunci concentraţia hidroxidului de sodiu se poate reduce cu 20-25 % [24]. Creşterea concentraţiei de hidroxid de sodiu permite scurtarea duratei de aburire în albirea cu peroxid de hidrogen [25].

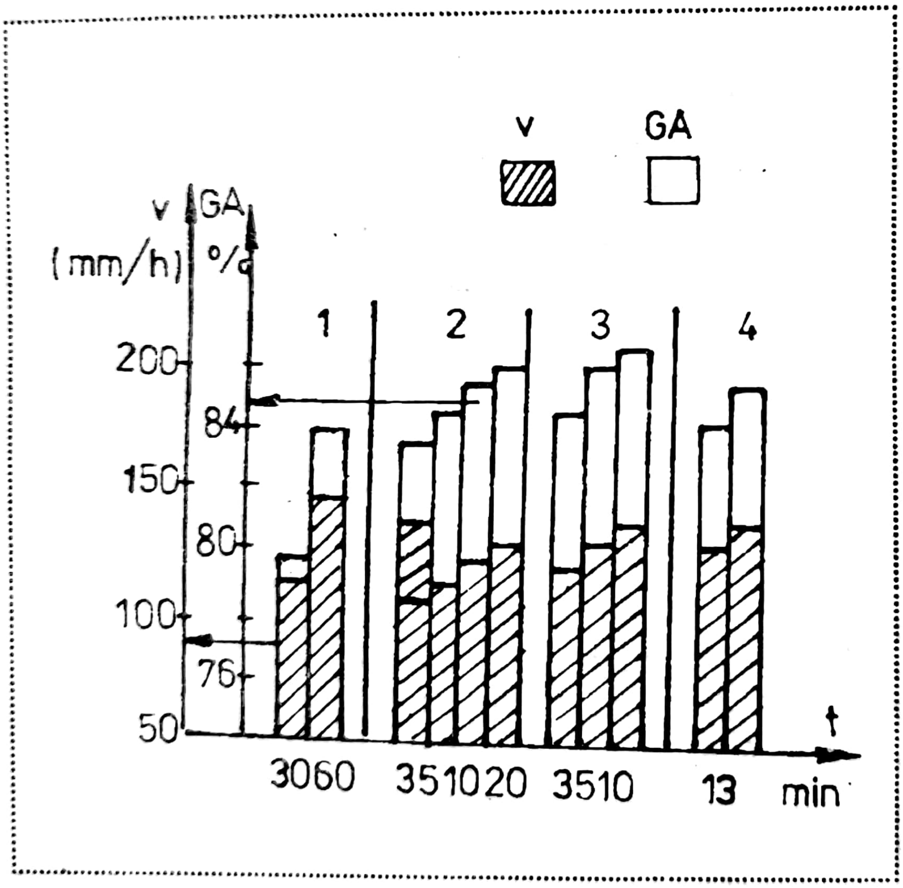


Fig. 2.5 Influenţa condiţiilor de curăţire alcalină asupra indicilor calitativi ai ţesăturii de bumbac
1 - 30 g/l NaOH; 2 - 100 g/l NaOH; 3 - 80 g/l NaOH şi 3 g/l antrachinonă; 4 - 180 g/l NaOH, 5 g/l rongalită
v - viteza de udare ; GA - grad de alb.

Conform graficelor din fig. 2.6, pentru atingerea unui grad de alb de 84-85 %, durata de curăţire alcalină în tehnologia clasică este de 60 minute. Aceeaşi valoare a gradului de alb corespunde pentru corelaţiile concentraţie de hidroxid de sodiu (g/l)—timp (min.) la nivelele: 70 - (10 - 15), 100 - (4 - 5). Prin urmare durata totală a ciclului de curăţire alcalină - albire cu peroxid de sodiu se reduce de 20 - 25 ori. Concomitent, viscozitatea specifică a soluţiilor de celuloză este mai mare decât valoarea critică.

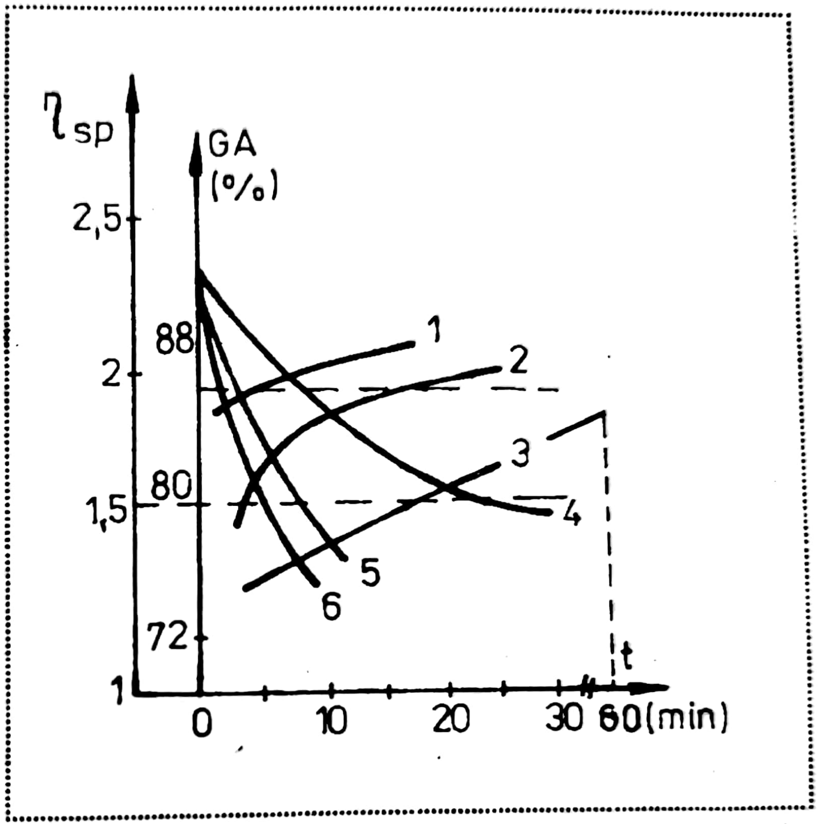


Fig. 2.6 Influenţa condiţiilor de curăţire alcalină asupra gradului de alb (1, 2, 3) şi asupra viscozităţii specifice a soluţiilor cuproamoniacale de celuloză (4, 5, 6).
1 - 4-5 min şi 100 g/l NaOH
2 - 10-15 min şi 70 g/l NaOH
3 - 60 min şi 20 g/l NaOH

Într-o altă variantă intensivă se propune creşterea temperaturii de aburire în flux continuu obţinându-se scurtarea duratei de îndepărtare a însoţitorilor, fig. 2.7, [25].

Conform datelor din tabelul 2.4, se constată că la temperaturi şi durate mai mici de 130 °C, respectiv de 10 minute, gradul de polimerizare scade cu cel mult 150 unităţi. Parametrii optimi sunt: durata de aburire 3-5 min şi temperatura 130-120 °C.

Prin corelarea variabilelor: durată (min), temperatură (°C), concentraţia de hidroxid de sodiu (g/l) s-au stabilit valorile extreme date de ecuaţiile:
$c_{max} = 5,5 - 0,1\ (T - 100)$; $c_{min} = 8,5 - 0,1\ (T - 100)$, pentru $90 \leq T \leq 110$ °C şi
$c_{max} = 10 - 0,1\ (T - 100)$; $c_{min} = 12,5 - 0,1\ (T - 100)$, pentru $110 \leq T \leq 150$ °C.

Pentru perechea de variabile temperatură (°C) - durată (min) se propun valorile: 100-40; 110-20; 120-10; 130-5; 140-2. Creşterea temperaturii cu 10 °C necesită înjumătăţirea duratei [26], [27].

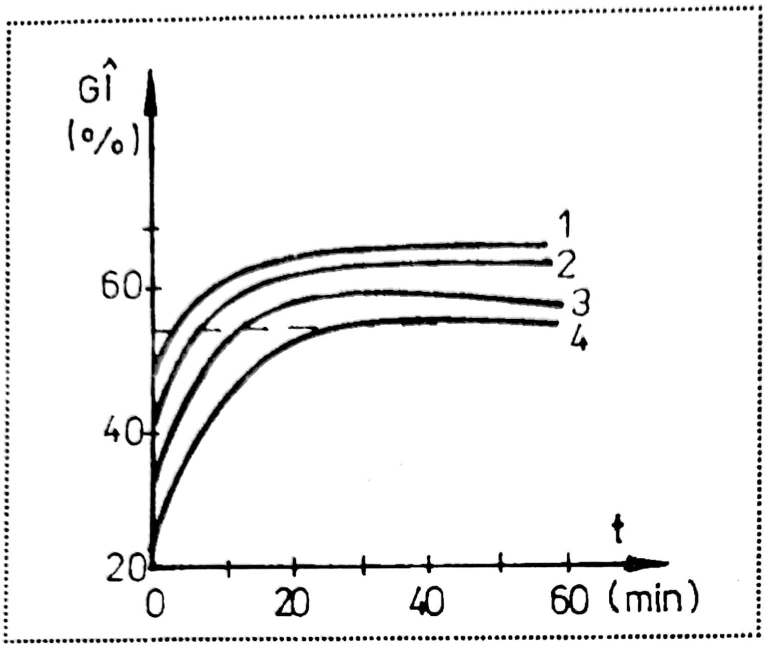


Fig. 2.7 Influența temperaturii de aburire în curățirea alcalină (50 g/l NaOH) asupra gradului de îndepărtare a însoțitorilor fibrei de bumbac
1 - 135 °C; 2 - 125 °C; 3 - 115 °C; 4 - 105 °C.

Tabelul 2.4 *Gradul mediu de polimerizare după curățirea prin aburire la temperatură înaltă.*

Durata min	Temperatura, °C			
	110	120	130	140
0	2740			
5	2610	2620	2600	2540
10	2600	2540	2480	2430
15	2580	2560	2460	2430
20	2550	2530	2430	2410
30	2500	2500	2420	2340

Prin folosirea sistemelor redox tampon în soluția de impregnare (sulfura de sodiu, hidrazina, tiocarbamida, persulfat de sodiu, compuşi peroxidici, derivați de chinonă) se pot realiza potențiale redox care menajează fibra. De exemplu, 9.10 antrachinona şi derivații ei se caracterizează printr-un potențial redox în plaja de valori 0,1 - 0,25 V [26]. Folosirea acestor derivați asigură un grad avansat de îndepărtare al însoțitorilor. La o durată de aburire de 10 min a materialului impregnat cu soluția de hidroxid de sodiu (50 g/l) se îndepărtează 90 % din substanțele de încleiere, 60-65 % din ceruri şi 53-55 % din derivații ligninici, tabelul 2.5. Derivații antrachinonei sunt solubili în soluții alcaline la temperatura de 50-60 °C şi prezintă stabilitate în condițiile de aburire. Comparativ cu varianta clasică, gradul mediu de polimerizare este cu 10-15 % mai mare.

Tabelul 2.5 *Influenţa potenţialului redox asupra gradului de îndepărtare a însoţitorilor fibrei de bumbac*

Catalizatorul antrachinonic	Potenţialul V	Amidon %	Ceruri %	Lignină %
9,10 Antrachinona	0,75	86,4	60,6	55,5
Derivatul 1 amino	0,77	-	-	-
Derivatul 1,5 diclor	0,63	78,5	59,2	-
Derivatul 2 sulfat	0,64	90,1	62,8	53,6
Derivatul 1,8 disulfat	0,63	86	63,8	54
Derivatul 1,5 disulfat	0,71	87,3	65	54,8
Fără adaos	0,60	76,8	54,6	28,5

În procedeul continuu de impregnare cu soluţii de curăţire alcalină, capilaritatea ţesăturii de bumbac este influenţată de concentraţia de hidroxid de sodiu (30-40 g/l), de durata de impregnare (5-10 s), de concentraţia substanţei active de suprafaţă (0,5-1 g/l), ecuaţia de dependenţă fiind următoarea [28]:

$$y = 3,44c_{NaOH} + 7,82t_i + 3,6c_{SAS} - 0,039c^2_{NaOH} - 3t_i^2 - 0,25c^2_{SAS} - 89,7$$

Deoarece temperatura soluţiei de impregnare joacă un rol nesemnificativ, s-au obţinut valorile optime: $c_{NaOH} = 40 \pm 2$ g/l; $c_{SAS} = 1 \pm 0,2$ g/l; $t_i = 5\text{-}6$ s; T = 60-70 °C; $t_{aburire} = 60\text{-}70$ minute.

2.3 Mercerizarea bumbacului

Indicii caracteristici mercerizării clasice se pot obţine prin impregnarea materialului textil cu soluţii care conţin 180-250 g/l hidroxid de sodiu şi 15-20 g/l reducător (rongalită) şi, ulterior, aburirea la temperatura de 100 °C timp de 45 s [29].

Prin utilizarea soluţiilor concentrate de hidroxid de sodiu la temperatură înaltă, concomitent cu eliberarea celulozei de însoţitori se produc modificări fizico-chimice importante care se reflectă în procesele ulterioare. Ca o consecinţă a diferenţei în aciditatea grupelor hidroxilice din veriga elementară a celulozei se pot forma aducţi (1) sau alcoolaţi de celuloză (2).

$$[C_6H_7O_2(OH)_3]_n + n\ NaOH \rightarrow [C_6H_7O_2(OH)_2.OH.NaOH]_n \qquad (1)$$

$$[C_6H_7O_2(OH)_3]_n + n\ NaOH \rightarrow [C_6H_7O_2(OH)_2.ONa]_n + n\ H_2O \qquad (2)$$

Compoziţia celulozei alcalinizate depinde de concentraţia hidroxidului de sodiu. Izotermele de sorbţie, fig. 2.8, prezintă o zonă de inducţie la concentraţii de 1-4 % hidroxid de sodiu care corespunde reacţiei heterogene de interacţiune celuloză-alcalii [30]. La concentraţii mai mari de hidroxid de sodiu se obţine o dependenţă liniară. La concentraţii de 11-15 % hidroxid de sodiu se obţine o zonă de curbură care corespunde umflării maxime a celulozei cu obţinerea celulozatului de sodiu. Când 30-40 % din numărul total de grupe hidroxilice au reacţionat cu hidroxidul de sodiu are loc modificarea structurii cristaline a polimerului, tab. 2.6. Tot în acest domeniu de concentraţie are loc solubilizarea maximă a celulozei (curba 2, fig. 2.8), [31].

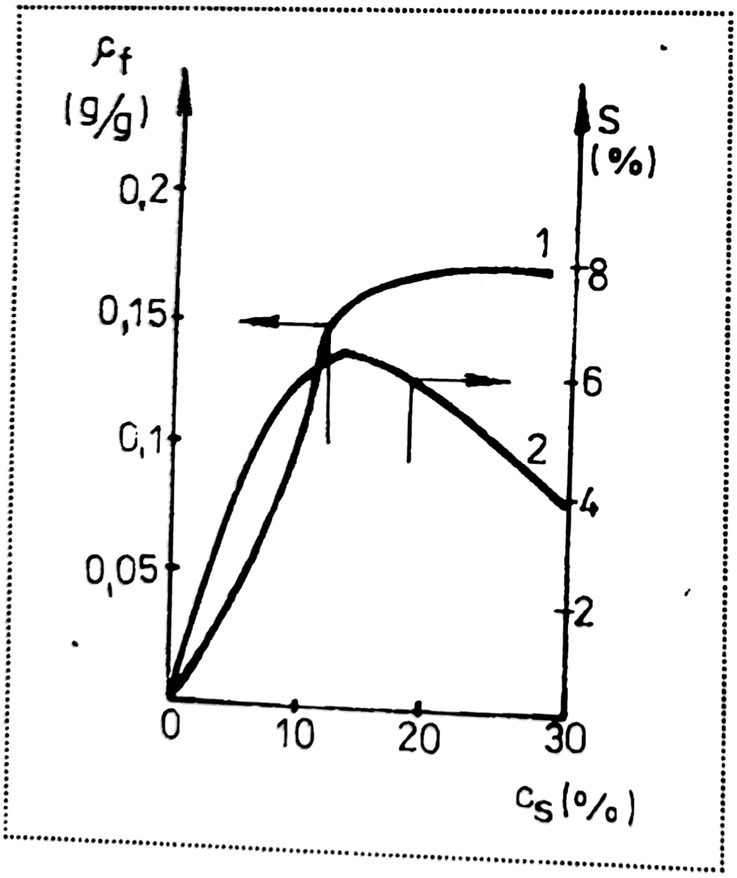


Fig. 2.8 Izoterma de sorbţie a soluţiilor apoase de hidroxid de sodiu (1) şi solubilitatea celulozei (2)

Entalpia integrală de interacţiune a celulozei cu soluţiile de hidroxid de sodiu se compune din câţiva termeni:

$$H_i = H_h + H_a + H_s$$

în care:

H_h, H_a - entalpia de interacţiune a celulozei cu ionii de hidroxid, respectiv cu apa;

H_s - entalpia de modificare a structurii celulozei în urma tratării cu soluţii concentrate de hidroxid de sodiu.

Tabelul 2.6 *Influenţa concentraţiei hidroxidului de sodiu şi a duratei de contact asupra modificărilor structurale ale celulozei*

c_{NaOH} (%)	t (h)	GC*	$(\lambda_{1375}/\lambda_{1325})^{**}_{IR}$	Fracţia de celuloză II
0	-	0,75	-	0
8	1	0,73	-	0
8	24	0,75	-	0
8	168	0,74	-	0
11	1	0,62	1,12	0,33
11	24	0,6	1,15	0,39
11	72	0,6	1,17	0,48
11	168	0,6	1,19	0,59
18	1	0,62	-	0,82
18	24	0,63	-	0,86
18	168	0,63	-	0,92

* GC - grad de cristalinitate; ** λ [nm].

Pe măsură ce creşte concentraţia hidroxidului de sodiu, atât entalpia cât şi cantitatea de alcalii sorbită de către celuloză se modifică, fig. 2.9.

$$a_h = -K \cdot \Delta H_h = -0{,}085 \cdot \Delta H_h$$

La concentraţii mai mici de 3 moli/l, entalpia ΔH_h nu depăşeşte valoarea necesară pentru modificarea structurii cristaline a celulozei, iar sorbţia se desfăşoară în zonele amorfe. La concentraţii mai mari de hidroxid de sodiu, energia de interacţiune cu celuloza creşte, ceea ce conduce la decristalizarea parţială şi la creşterea numărului de centre reactive disponibile.

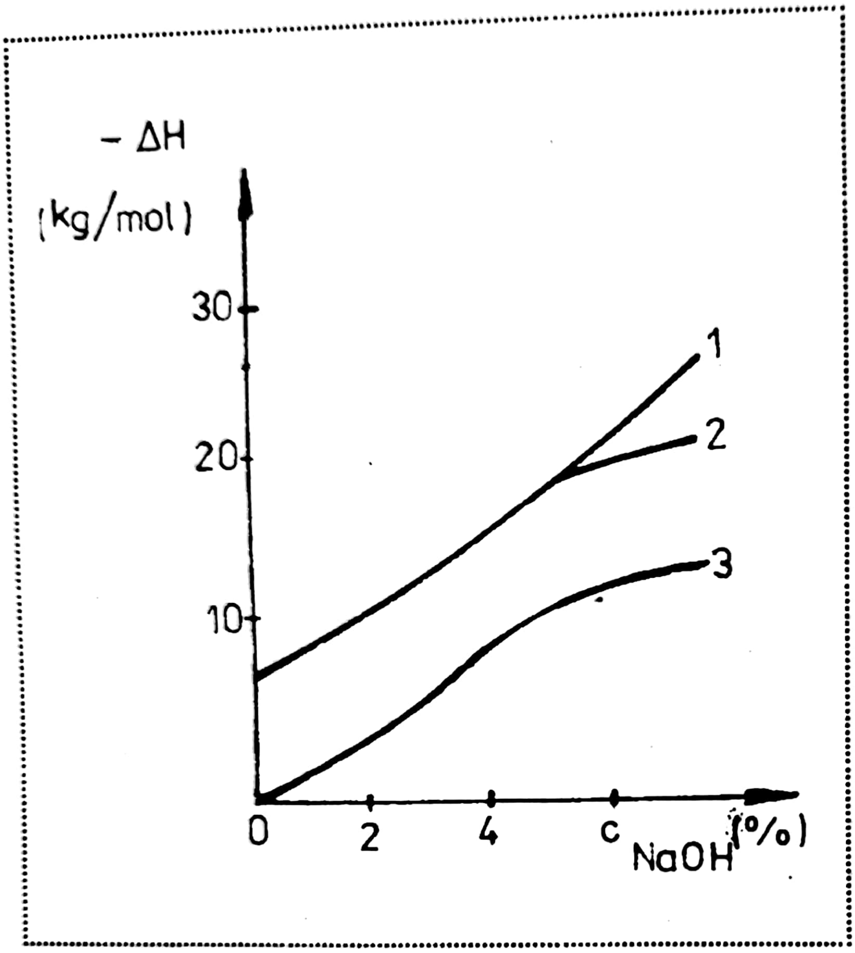


Fig. 2.9 Dependenţa de concentraţie a entalpiei de interacţiune a celulozei de bumbac cu soluţii apoase de hidroxid de sodiu.
1 - modificarea entalpiei ($-\Delta H$); 2 - modificarea entalpiei integrale ($-\Delta H_i$); 3 - modificarea entalpiei ca urmare a interacţiunii cu ionii hidroxil ($-\Delta H_h$).

La concentraţii cuprinse între 11 şi 18 % hidroxid de sodiu are loc transformarea celulozei I în celuloză II. În ambele forme cristaline, legăturile intramoleculare sunt identice, în timp ce legăturile intermoleculare se diferenţiază. Prin alcalinizare, numărul de grupe hidroxilice implicate în legături de hidrogen puternice se micşorează şi creşte fracţia de celuloză II din faza cristalină, ceea ce se reflectă în raportul $(\lambda_{1375}/\lambda_{1325})_{nm}$ care poate sta la baza optimizării parametrilor tehnologici.

În ultimul timp se acceptă ideea că, din punct de vedere chimic, mercerizarea este un proces de adiţie între celuloză şi hidroxid de sodiu, după o reacţie de felul [32]:

$$Cel(OH)_3 + Na^+OH^- \cdot nH_2O \rightarrow Cel(OH)_3 \cdot Na^+OH^- \cdot (n-3)H_2O + 3\ H_2O$$

Principalii parametri care influenţează procesul mercerizării sunt: concentraţia hidroxidului de sodiu, temperatura, durata tratamentului, tensionarea ţesăturii.

Valoarea maximă a umflării bumbacului este atinsă la o concentraţie de 180 g/l NaOH, iar a luciului la 260-300 g/l NaOH.

În ceea ce priveşte temperatura optimă, există părerea că efectul maxim se obţine la valori scăzute ale temperaturii de 18-20 °C. Dar, odată cu scăderea temperaturii, viscozitatea soluţiei de hidroxid de sodiu creşte şi tratamentul este superficial. Pentru accelerarea udării şi a difuziei se folosesc auxiliari de mercerizare (v. anexa V) şi se creşte temperatura.

Pentru a fi corespunzător operaţiei de mercerizare, unui agent tensioactiv i se impun condiţiile:

- să dea soluţii limpezi;
- să producă o udare corespunzătoare a suportului textil;
- să nu aibă afinitate pentru fibră;
- să nu producă spumă;
- să nu producă precipitarea sau tulburarea soluţiei de mercerizare;
- să fie stabil la recuperarea flotelor;
- să fie eficient în concentraţii mici;
- să producă fluidizarea soluţiei de mercerizare.

În general, auxiliarii folosiţi la mercerizare sunt alcoolii sulfataţi, cu 4-8 atomi de carbon în catenă, care au o parte hidrofobă şi o parte hidrofilă.

Deşi descoperit acum 140 ani şi aplicat industrial de circa 100 ani, fenomenul mercerizării continuă să reţină atenţia deoarece s-a constatat că efectul este cu atât mai bun, cu cât temperatura este mai ridicată. Pe baza cercetărilor efectuate de D. Bechter, [33] se desprind următoarele concluzii:

- prin ridicarea temperaturii, posibilitatea de umflare scade, dar se produce mult mai repede. Astfel, la 15 °C în 60 s, fibra se umflă foarte puţin, pe când la 60 °C, în acelaşi timp, umflarea şi, deci, mercerizarea reprezintă 90 % din maximum. Efectul este mai pregnant la materialul crud.
- agenţii auxiliari de mercerizare măresc posibilitatea de umflare a fibrei, însă această influenţă este redusă în cazul ridicării temperaturii;
- concentraţia reziduală de hidroxid de sodiu, pentru aceleaşi condiţii de spălare, este mai mare la bumbacul mercerizat din crud decât în bumbacul albit şi mercerizat; prin ridicarea temperaturii de spălare, cineticile de desorbţie nu se diferenţiază;
- gradul mediu de polimerizare nu este influenţat negativ prin creşterea temperaturii;
- adsorbţia de colorant creşte prin mercerizare; la materialul crud, mercerizat la cald, efectele sunt egale sau mai bune decât în cazul mercerizării la rece; la materialul albit, posibilitatea vopsirii este mai mare în cazul mercerizării la rece;

- Contracţia reziduală la fierbere este mai redusă în cazul materialului textil mercerizat la cald, faţă de cel mercerizat la rece, relaxarea este mai bună şi tuşeul devine mai moale;
- Luciul este considerabil mai mare la materialele mercerizate decât la cele nemercerizate. Prin efectuarea mercerizării la 60 °C, umflarea este mai redusă decât la rece, dar uniformă la toate fibrele, ceea ce permite obţinerea unui luciu mai bun.

Acelaşi autor [34] a urmărit, în cazul mercerizării, influenţa diferiţilor parametri asupra stabilităţii dimensionale a tricoturilor şi a ajuns la următoarele concluzii:

- prin mercerizare se îmbunătăţeşte,în general,stabilitatea dimensională;
- o îmbunătăţire a efectului se poate realiza prin tratare la temperatura de 60 °C fără tensionare în lungime sau în lăţime;
- folosirea unor fire cu torsiune mare sau filate pe maşini de filat cu rotor îmbunătăţeşte efectul de stabilitate dimensională a tricoturilor mercerizate;
- presarea în stare uscată a tricoturilor mercerizate, la fulard cu presiunea de 60 N/cm^2, îmbunătăţeşte stabilitatea dimensională.

În general, rezultatele mercerizării reprezintă un compromis între stabilitate dimensională, luciu şi culoare. Astfel, tensionarea la mercerizare îmbunătăţeşte luciul, dar înrăutăţeşte stabilitatea dimensională, iar contracţia îmbunătăţeşte stabilitatea şi reduce luciul.

O realizare deosebită în domeniul finisării tricoturilor o constituie **mercerizarea uscată**, care permite obţinerea aceloraşi efecte de înnobilare ca în cazul mercerizării clasice şi chiar ameliorarea lor în unele privinţe. Pentru mercerizarea tricoturilor, instalaţia este formată din:

- fulard pentru impregnarea cu flota de mercerizare;
- cuvă de acumulare pentru perioada de menţinere a tricotului în contact cu soluţia de mercerizare;
- ramă de întins şi egalizat cu perne de aer.

Prin acest procedeu, mercerizarea se produce în cea mai mare parte în timpul uscării, deoarece durata de fulardare este de ordinul secundelor. După terminarea mercerizării propriu-zise (uscării) se recomandă ca materialul să fie spălat cu apă rece, la temperatura maximă de 40 °C.

Procedeul de mercerizare uscată prezintă următoarele avantaje:

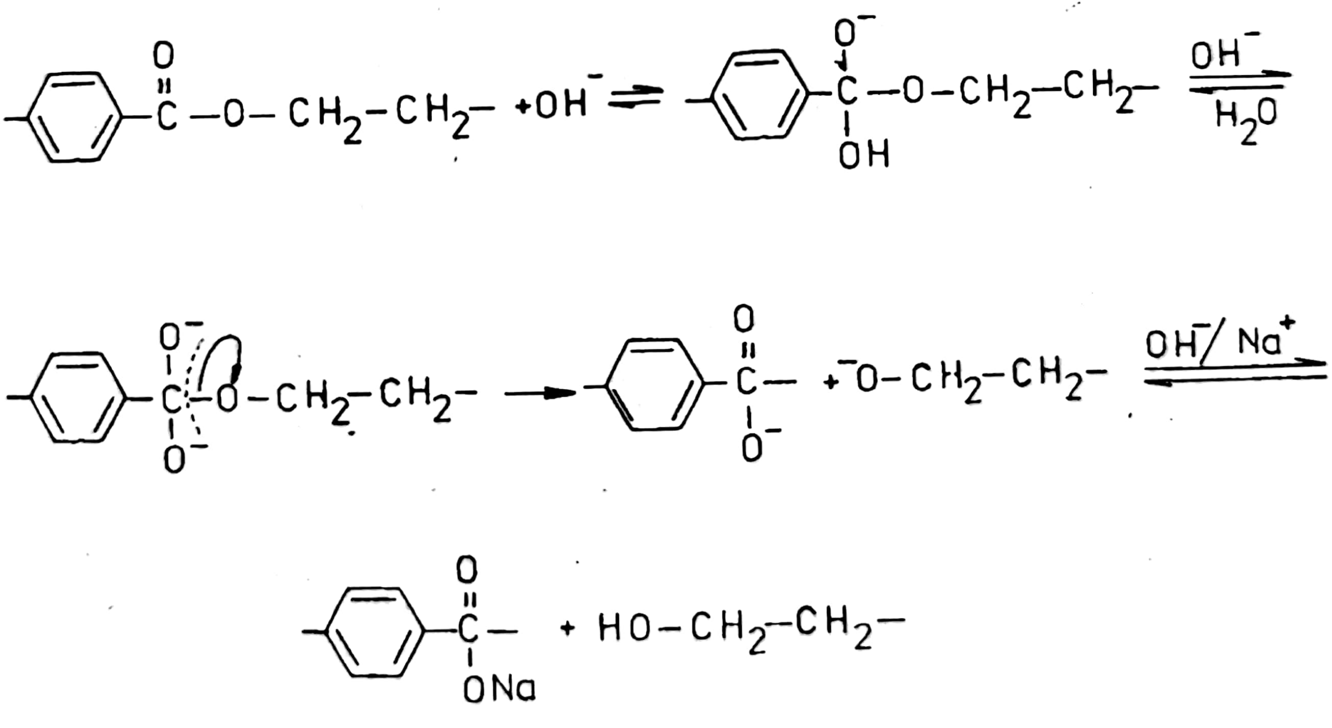
- creşte capacitatea de absorbţie a coloranţilor cu cel puţin 50 % faţă de materialul nemercerizat;
- se obţine un tuşeu mătăsos;
- creşte stabilitatea dimensională, contracţia reziduală nedepăşind 3 %;
- se foloseşte o instalaţie simplă;

- este posibilă intercalarea unui proces de pârlire după uscare, materialul fiind greu inflamabil atât timp cât nu este spălat;
- se poate îndepărta alcalinitatea reziduală prin spălarea cu apă rece, nemaifiind necesară neutralizarea cu acid;
- se realizează o economie de 20 % pentru substanţele chimice, faţă de mercerizarea clasică.

2.4 Saponificarea polietilentereftalatului

Prin tratarea materialelor poliesterice cu soluţii alcaline la temperatură ridicată rezultă: un aspect asemănător cu al mătăsii naturale; diminuarea încărcării cu electricitate statică; creşterea sorbţiei de substanţe de finisare etc. Caracteristicile menţionate se explică prin „decojirea" fibrei ca urmare a hidrolizei polietilentereftalatului [35].

Reacţia de saponificare se produce prin atacul nucleofil al ionului hidroxil asupra grupei carbonil din catena poliesterului, [36].



sau condensat:

$[\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CO-C}_6\text{H}_4\text{-CO-O-}]_n \rightarrow n\ \text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} + n\ \text{NaOCO-C}_6\text{H}_4\text{-COONa}$

Reacţia corespunde unei cinetici de ordinul II, dată de expresia:

$$v = -d[A]/dt = k[A][B] = k_1[A] = k_2[S_A]$$

în care: A, B - concentraţia esterului şi a hidroxidului de sodiu; $k_1 \Rightarrow k[B]$ deoarece concentraţia hidroxidului de sodiu este mult mai mare decât concentraţia grupelor esterice accesibile; S_A - suprafaţa fibrei accesibilă atacului chimic; k, k_1, k_2 - constante.

În hidroliza alcalină pierderile masice sunt determinate de: fineţea filamentelor; structura fibrei; tratamentele termice preliminare; temperatura mediului; durata; raportul de flotă (în variantele discontinue); concentraţia hidroxidului de sodiu, concentraţia substanţelor tensioactive [37]. Pentru temperatura de tratare de 100 °C s-au obţinut dependenţele din fig. 2.10, în varianta de saponificare discontinuă (a) şi în varianta continuă (b). Curbele continue semnifică concentraţia hidroxidului de sodiu (g/l): 1 - 25 şi 150; 2 - 40 şi 200; 3 - 50 şi 250. Curbele întrerupte reprezintă concentraţia tereftalatului de sodiu din baia reziduală, în varianta discontinuă (a) pentru 250 g/l NaOH şi, în varianta continuă (b) pentru 200 g/l NaOH [38]. Rezultatele arată că în varianta discontinuă, pierderile masice cresc liniar cu mărirea duratei de tratare. În domeniul de temperatură 80-100 °C dependenţa vitezei de hidroliză ($\ln v = \ln \Delta PM/\Delta t$) în funcţie de 1/T are un caracter liniar din care se poate determina energia de activare a hidrolizei, E = 48430 j/mol. Pierderile masice din sistem, conform legităţilor cinetice sunt date de ecuaţia:

$$PM(\%) = 1{,}92 \cdot 10^6 \cdot c_{NaOH} \cdot t \cdot \exp(-E/RT)$$

în care: c_{NaOH} - concentraţia hidroxidului de sodiu din flotă, mol/l; t - durata de saponificare, minute; R - constanta universală a gazelor; T - temperatura, K.

Cu mărirea duratei de saponificare, concentraţia tereftalatului de sodiu din flotă creşte până la $9 \cdot 10^{-3}$ mol/l pentru 50 g/l NaOH şi 90 min. În primele 15-20 minute, hidroliza esterului este nesemnificativă, îndepărtându-se din sistem oligomerii.

În varianta continuă de saponificare, curba cinetică are două părţi. După 30-35 min de saponificare, nu se modifică semnificativ pierderile masice, respectiv concentraţia tereftalatului de sodiu. Aplatizarea curbelor cinetice se explică prin faptul că produsele de hidroliză se depun pe suprafaţa fibrei şi inhibă reacţia chimică. Indiferent de varianta de saponificare (discontinuă sau continuă) prin creşterea gradului de hidroliză alcalină, rezistenţa la rupere R(N) scade liniar (curba 1, fig. 2.11). Tenacitatea (Q(cN/tex)) (curba 2, fig. 2.11) nu se modifică dacă pierderile masice sunt mai mici de 15-17 %, deoarece hidroliza are loc numai la suprafaţa fibrei. La valori ale pierderilor masice de 20-25 %, pierderile de rezistenţă ating 32-40 %, ceea ce semnifică faptul că hidroliza înaintează în interiorul fibrei. Rezultatele de mai sus au fost confirmate şi prin determinarea viscozităţii soluţiilor de 0,5 % PET în m-crezol, tab. 2.7.

Tabelul 2.7 *Date viscozimetrice.*

Varianta	Pierderi masice %	Viscozitatea $[\eta] = \eta_{sp}/c/(1 + 0{,}66 \cdot \eta_{sp})$	Masa moleculară
Etalon	0	0,480	15.000
I	5	0,480	15.000
I	10	0,480	15.000
I	20	0,455	12.700
I	30	0,420	12.100
I	40	0,385	10.220
II	20	0,430	12.000

I - discontinuă; II - continuă.

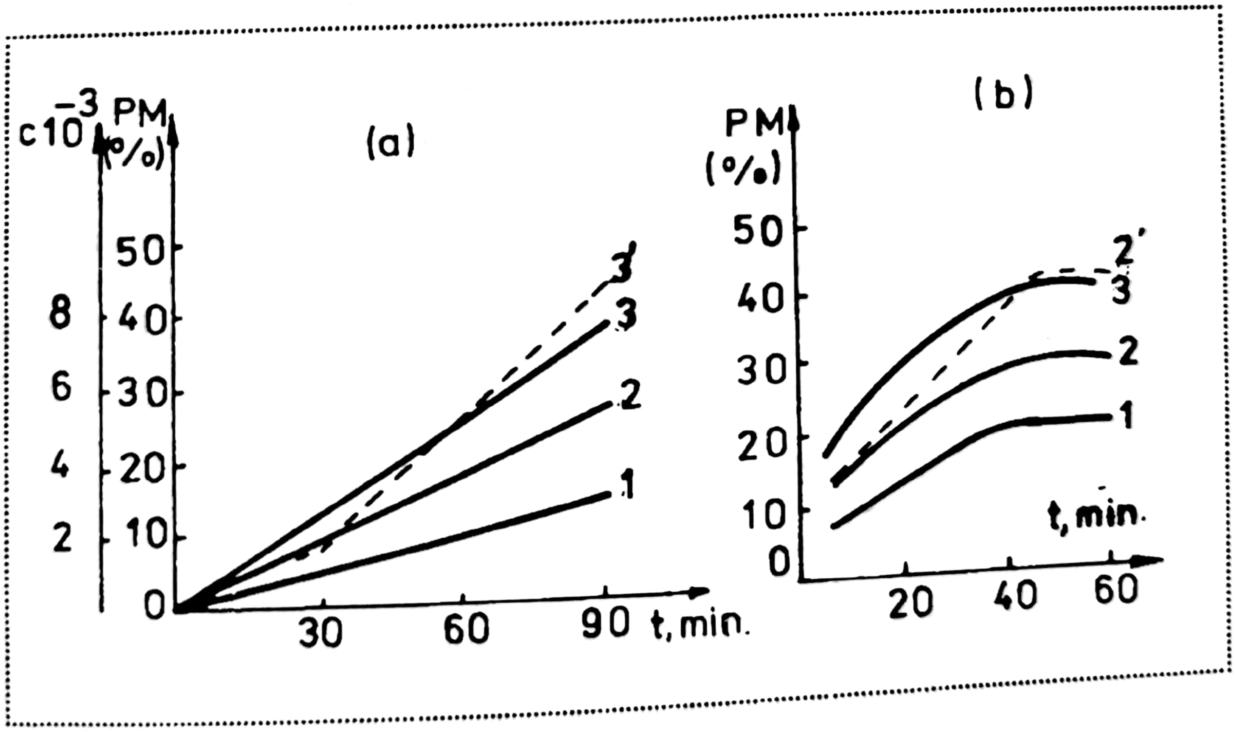


Fig. 2.10 Curbe cinetice care reprezintă pierderile masice şi concentraţia tereftalatului de sodiu în varianta a - discontinuă (1 - 25; 2 - 40; 3 - 50 g/l NaOH) şi b- continuă (1 - 150; 2 - 200; 3 - 250 g/l NaOH).

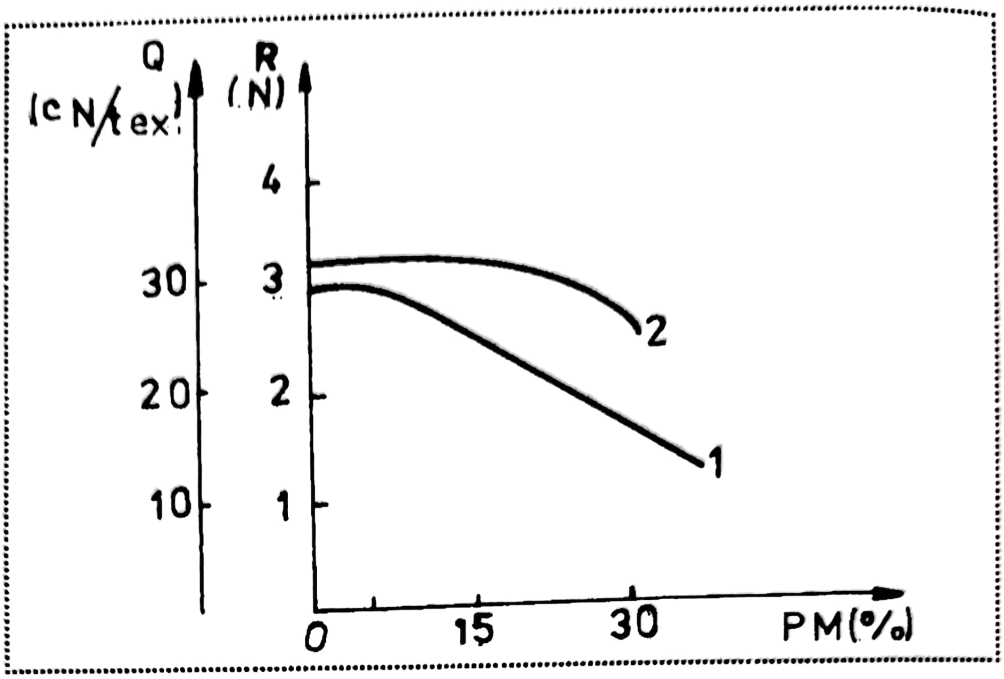
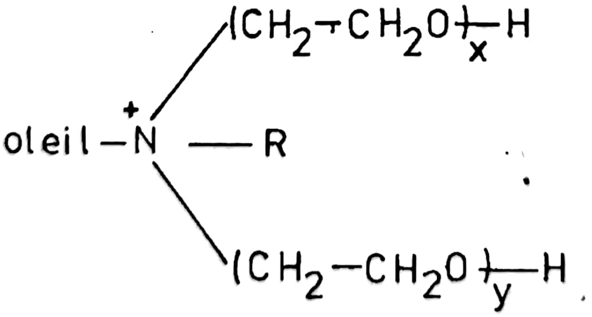


Fig. 2.11
Dependenţa rezistenţelor la rupere în funcţie de pierderile masice.

Se observă că viscozitatea polimerului nu se modifică pentru pierderi masice mai mici de 10-15 %, în timp ce la peste 20 % apare hidroliza internă. La aceleaşi pierderi masice (20 %), în varianta continuă de saponificare, masa moleculară scade mai mult decât în varianta discontinuă. Din fotografiile microscopice s-au observat pori, vacuole mai adânci pentru fibra tratată continuu.

Un rezultat pozitiv obţinut prin saponificare este îmbunătăţirea tuşeului.

Pentru accelerarea reacţiei de saponificare se propune utilizarea substanţelor cationice polietoxilate, rezultatele cele mai bune obţinându-se cu produsele [36], [39]:



în care:

R - cetil; $-CH_2-C_6H_4$; $-CH_2-CH_2-OH$
X - Br^-, Cl^-;
$x + y = 15$.

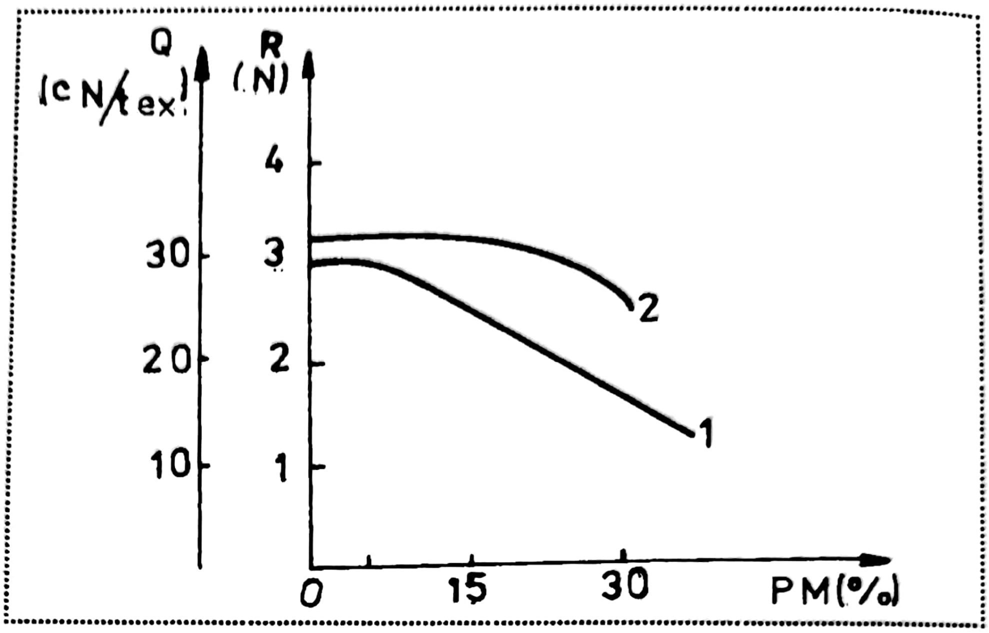
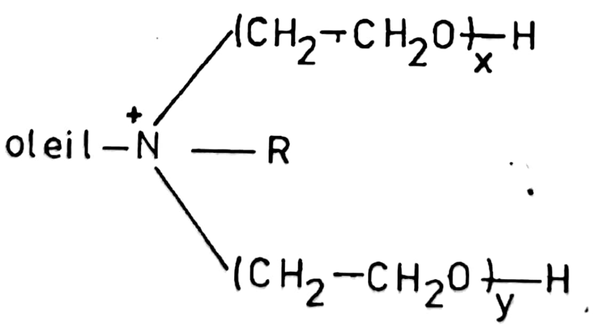


Fig. 2.11 *Dependenţa rezistenţelor la rupere în funcţie de pierderile masice.*

Se observă că viscozitatea polimerului nu se modifică pentru pierderi masice mai mici de 10-15 %, în timp ce la peste 20 % apare hidroliza internă. La aceleaşi pierderi masice (20 %), în varianta continuă de saponificare, masa moleculară scade mai mult decât în varianta discontinuă. Din fotografiile microscopice s-au observat pori, vacuole mai adânci pentru fibra tratată continuu.

Un rezultat pozitiv obţinut prin saponificare este îmbunătăţirea tuşeului.

Pentru accelerarea reacţiei de saponificare se propune utilizarea substanţelor cationice polietoxilate, rezultatele cele mai bune obţinându-se cu produsele [36], [39]:



în care:

R - cetil; $-CH_2-C_6H_4$; $-CH_2-CH_2-OH$
$X - Br^-, Cl^-$;
$x + y = 15$.

La temperatura de saponificare de 130 °C, se pot obţine pierderi masice de 23 % în timp de 80 minute [38].

Pentru ţesăturile poliesterice, se aplică industrial saponificarea discontinuă sau continuă.

Pe jigher se aplică următoarele etape:

- tratarea cu hidroxid de sodiu (60 g/l în varianta fără accelerator şi 15-20 g/l în varianta cu accelerator) la temperatura de 98 °C, hidromodul 1:4 - 1:5, 8-10 pasaje;
- spălarea cu apă caldă (4 pasaje);
- spălarea cu apă rece (4 pasaje);
- neutralizarea cu 1-2 g/l acid acetic (2 pasaje);
- clătire finală prin deversarea flotei (2 pasaje).

Se obţin pierderi masice de 20-27 %.

Saponificarea continuă se realizează industrial pe utilajul Debaca, cu viteze de lucru de 10-15 min, în următoarele condiţii:

- cada 1: hidroxid de sodiu 320 g/l, temperatura de impregnare 40 °C, agent de udare 2 g/l, grad de preluare 80 %;
- vaporizator: temperatura aburului saturat 112-115 °C;
- cada 2: apă caldă (40 °C);
- cada 3: apă rece (20 °C);
- cada 4: acid acetic 10 g/l la temperatura de 60 °C;
- cada 5: apă rece (20 °C);
- sistem de vidare: grad de preluare 40-60 %.

Conform cercetărilor efectuate de către S.C. „TOMIRIS” S.A., s-a obţinut accelerarea saponificării prin utilizarea substanţelor: Romegal CM (România) - 5 g/l; Retargol AN (Sandoz) - 8-15 g/l; Basacryl salz (Basf).

2.5 Albirea

Pentru albirea materialelor textile celulozice se utilizează hipocloritul de sodiu, cloritul de sodiu, peroxidul de hidrogen. De asemenea, se utilizează acizi izocianurici cloruraţi, aducţi anorganici sau organici cu peroxid de hidrogen, peroxizii organici.

2.5.1 Albirea cu hipoclorit de sodiu

În practică, frecvent se utilizează produşii peroxidici, iar compuşii clorului se aplică pentru o acţiune specifică asupra însoţitorilor sau asupra fibrei.

Hipocloritul de sodiu este o sare puternic bazică sau slab acidă. Constanta de hidraliză a hipocloritului de sodiu este $3 \cdot 10^{-8}$. Punctul de echivalență corespunde domeniului de pH = 11-11,5.

$$NaOCl + H_2O \rightleftarrows Na^+OH^- + H^+OCl^-$$

Acidul hipocloros, instabil, se descompune conform reacției:

$$HOCl \rightarrow HCl + O\bullet$$

Datorită acidului eliberat, pH-ul soluției scade. De altfel, compoziția soluțiilor de hipoclorit de sodiu se modifică în funcție de pH-ul mediului, fig. 2.12, [40].

$pH > 6$	$HOCl + OH^- \rightleftarrows ClO^- + H_2O$
$4,5 < pH < 6$	$ClO^- + H^+ \rightleftarrows HClO$
$pH < 4,5$	$HOCl + HCl \rightleftarrows Cl_2 + H_2O$

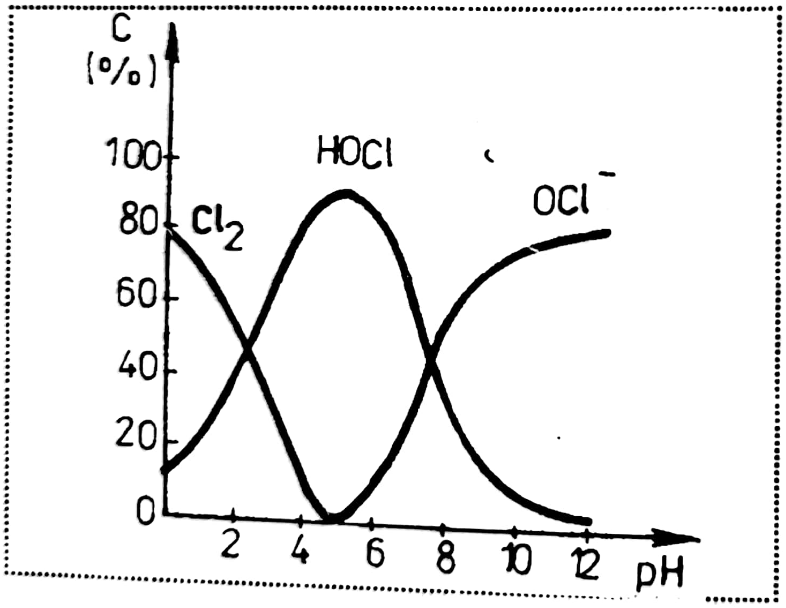
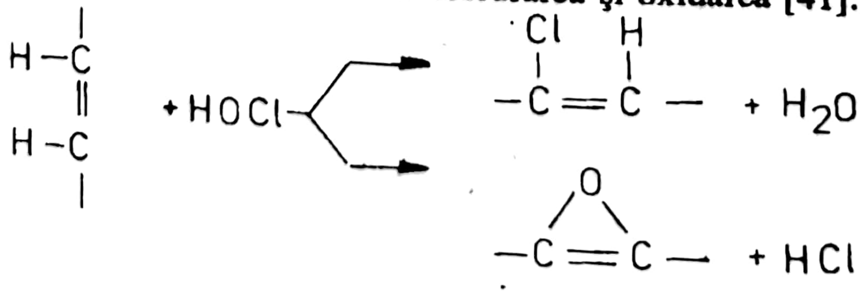


Fig. 2.12 Dependența compoziției soluției de hipoclorit de sodiu de pH-ul mediului.

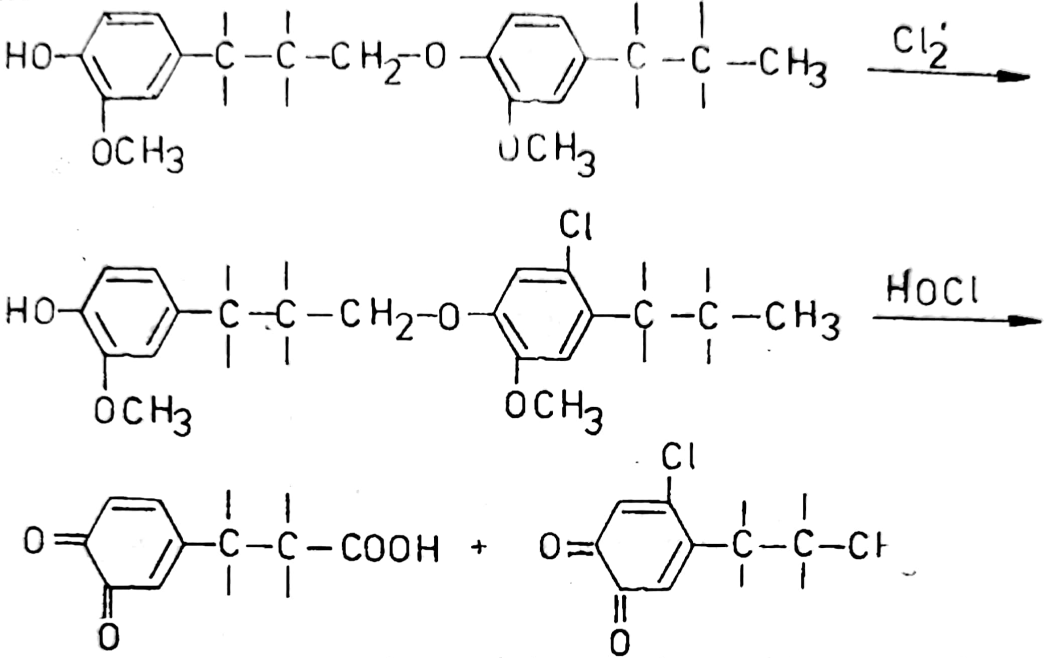
Prin interacțiunea soluțiilor de hipoclorit de sodiu cu însoțitorii coloranți ai celulozei se desfășoară concomitent clorurarea și oxidarea [41].



(în mediu acid)

(în mediu bazic)

Procesul destrucţiei ligninei se desfăşoară în două stadii. În primul stadiu, care se desfăşoară repede, are loc înlocuirea hidrogenului din ciclul aromatic cu clorul, iar ulterior are loc demetoxilarea şi depolimerizarea macromoleculei de lignină cu formarea produselor solubile.



Cu toate că între pH 1 şi 3 se produce oxidarea puternică a însoţitorilor, din cauza degajării în mediul ambiant de clor gazos, varianta nu este aplicată. În zona pH 6-8, albirea este încetinită, iar degradarea celulozei este maximă din cauza acumulării unei cantităţi mari de acid hipocloros. Potenţialul redox al sistemului atinge valorile 950-1050 mV, fig. 2.13, curba 1.

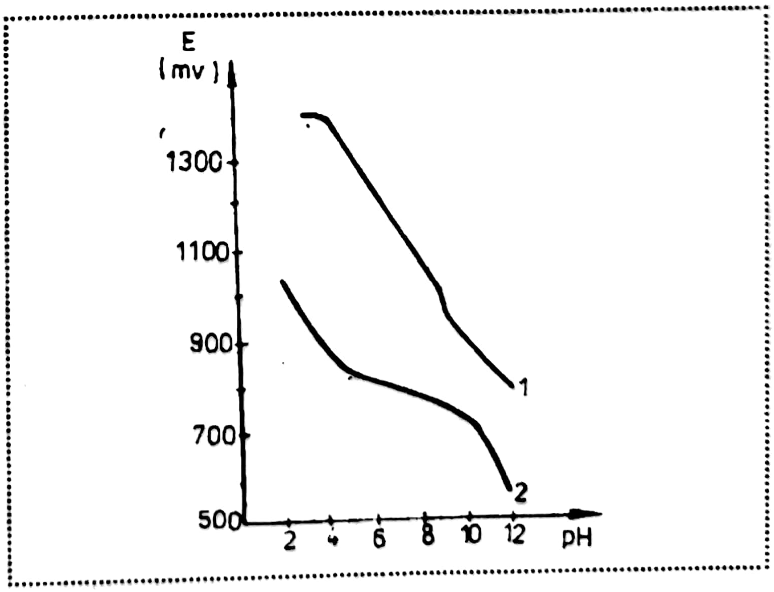


Fig. 2.13 Dependenţa potenţialului de oxidare a soluţiilor de hipoclorit de sodiu (1) şi de clorit de sodiu (2)

În celuloza oxidată în mediu acid şi neutru predomină grupele aldehidice şi hidroxicetonice şi stabilitatea ulterioară în condiţiile tratării oxidative şi alcaline scade. Prin oxidarea celulozei în mediu alcalin se formează grupe carboxilice care prezintă stabilitate în tratamentele chimice ulterioare. Degradarea maximă a celulozei în mediu neutru este determinată de oxigenul activ care provine din complexul HOCl şi OCl^-, a cărui concentraţie maximă este la pH = 7,3.

$$2\ HOCl \rightarrow 2\ HCl + 2\ O^\bullet$$
$$2\ ClO^- \rightarrow 2\ Cl^- + 2\ O^\bullet$$

În zona de pH 8,5-11 se păstrează viteza de descompunere a însoţitorilor, iar procesele de degradare ale celulozei sunt încetinite. În practică se utilizează soluţii alcaline de hipoclorit de sodiu cu pH-ul cuprins între 10 şi 11.

Pentru stabilizarea soluţiilor alcaline de hipoclorit de sodiu se utilizează amestecul tetraborat de sodiu - silicat de sodiu sau numai soluţii de amoniac putându-se albi la temperaturi ridicate. De exemplu, pentru albirea inului şi a amestecurilor cu in se recomandă temperatura cuprinsă între 50 şi 70 °C, pH = 9-10 şi durata 12-20 min, menajându-se celuloza [41].

O altă variantă tehnologică se bazează pe folosirea concomitentă a peroxidului de hidrogen şi a hipocloritului de sodiu, rezultând rapid oxigenul singlet.

$$H_2O_2 + OCl^- \rightarrow Cl^- + H_2O + {}^1O_2$$

Din punct de vedere chimic, oxigenul singlet se aseamănă cu oxigenul triplet, fiind un oxidant cu o mare capacitate de reacţie datorită nivelului energetic ridicat ca urmare a modificării structurii electronice.

Oxigenul singlet cunoscut în două stări mai bogate în energie faţă de starea triplet, are doi electroni din orbitalii Π^* cu spin opus.

Starea	Energia, relativ la starea fundamentală (kcal/mol)	Structura	
		Π^*_x	Π^*_y
singlet	37	↑	↓
singlet	22	↑↓	—
triplet	starea fundamentală	↑	↑

Fiind instabil (durata de viaţă scurtă) trece în starea triplet, cu degajare de energie. Se poate forma în sistemele chimice prin absorbţie de energie radiantă, prin transfer de energie de la moleculele organice excitate electronic până la atingerea unei stări triplet (benzofenonă, acetofenonă) sau în unele reacţii chimice (peroxid de hidrogen şi clor pozitiv cedat de acidul hipocloros).

Metodele rapide de albire cu oxigen singlet cuprind succesiunea de faze: curăţirea alcalină, impregnarea cu soluţia de hipoclorit de sodiu, stoarcerea, impregnarea cu soluţia de peroxid de sodiu, stoarcerea, aburirea. După 1-2 minute de aburire se obţine un grad de alb acceptabil. Deoarece durata de viaţă a oxigenului singlet este de $5 \cdot 10^{-}$; se introduc stabilizatori (solvenţi organici cloruraţi, acizi alifatici), care cresc durata de viaţă a oxigenului singlet de 20-30 ori.

În procedeul rapid de albire a ţesăturilor cu masă specifică mare (grele) se efectuează: impregnarea (60-80 g/l hidroxid de sodiu), aburirea (5 minute), spălarea, impregnarea (2-4 g Cl'/l), pasaj în aer (5 minute), impregnarea cu soluţie alcalină de peroxid de hidrogen, aburirea (5 minute), spălarea [42].

2.5.2 Albirea cu clorit de sodiu

În mod obişnuit cloritul de sodiu se utilizează pentru albirea materialelor textile mixte care sunt sensibile la acţiunea oxidanţilor puternici.

Acţiunea distructivă moderată asupra celulozei se explică prin potenţialul redox mai mic decât al soluţiilor de hipoclorit de sodiu (fig. 2.13). Panta curbei se modifică funcţie de pH-ul mediului, ceea ce semnifică schimbarea compoziţiei sistemului. În soluţii alcaline se formează bioxid de clor în cantitate mică [2]:

$$HClO_2 + OH^- \rightarrow ClO^-{}_2 + H_2O$$

$$ClO^-{}_2 \rightleftarrows ClO_2 + e^-$$

În mediu neutru se formează preponderent acid cloric, conform echilibrului [17]:

$$6\ ClO_2^- + 3\ H_2O \rightleftarrows 5\ HClO_3 + 2\ OH^-$$

În mediu acid (pH = 3-4,5) se găsesc $HClO_2$, $ClO^-{}_2$, $ClO^-{}_3$, ClO_2 şi $O\bullet$ care provin din reacţiile:

I. $5\ ClO_2^- + 2\ H^+ \rightarrow 4\ ClO_2 + Cl^- + 2\ OH^-$

II. $3\ ClO_2^- \rightarrow 2\ ClO_3^- + Cl^-$

III. $ClO_2^- \rightarrow Cl^- + 2\ O\bullet$

În procesul de albire predomină ultima reacţie. La un exces de acid, în sistem devine preponderentă prima reacţie, eliberându-se bioxid de clor cu capacitate de a coroda utilajul şi, totodată, toxic , fig. 2.14. Pentru a se preveni degajarea de gaz, o atenţie deosebită se acordă activatorilor (acizi organici şi anorganici, esteri, amide alifatice) şi stabilizatorilor (peroxidul de hidrogen).

Eficienţa activării depinde de constanta de disociere a acidului şi de viteza de hidroliză a esterului.

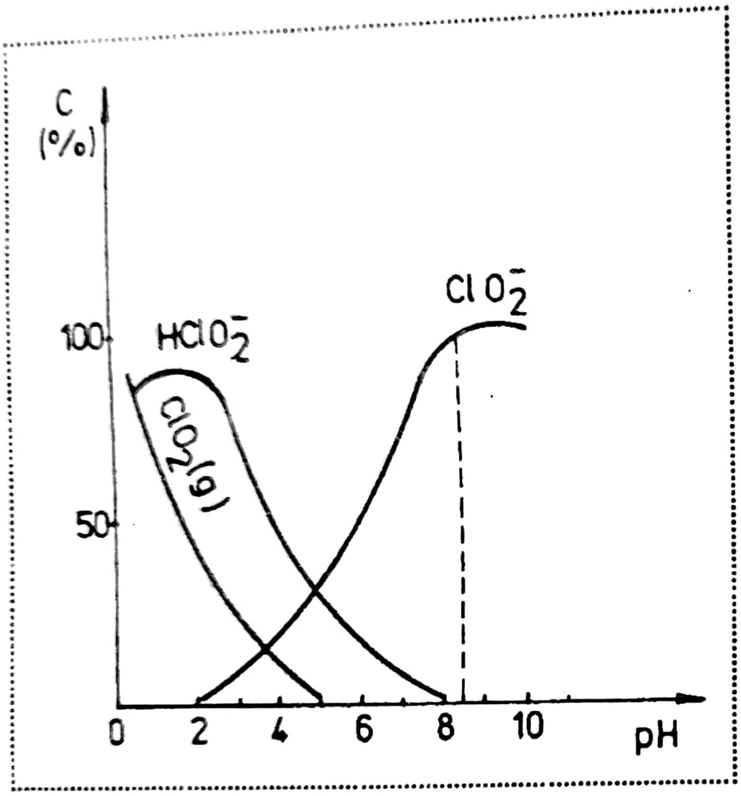


Fig. 2.14 Compoziţia soluţiilor de clorit de sodiu în funcţie de pH

Condiţiile optime de albire sunt determinate de proprietăţile activatorului.

În prezenţa urmelor de peroxid de hidrogen se stopează eliberarea de bioxid de clor şi se formează oxigenul singlet:

$$2\ H_2O_2 + ClO_2^- \rightarrow Cl^- + 2\ H_2O + 2\ {}^1O_2$$

În mediu acid se oxidează numai grupele aldehidice terminale din celuloză:

$$R\text{-}CHO + 3\ HClO_2 \rightarrow RCOOH + 2\ ClO_2 + HCl + H_2O$$

În domeniul de pH 3-4, potenţialul redox al soluţiilor de clorit de sodiu este de aproximativ 0,79 V, insuficient pentru oxidarea grupelor hidroxilice primare şi a legăturii

1,4-β-anhidroglucozidice. În procedeul continuu de albire intensivă a ţesăturilor de in şi semiin, în stare întinsă în înălţime, se parcurg etapele: impregnare (15-20 g/l hidroxid de sodiu, 1-0,5 g/l antrachinonă, 1 g/l agent de udare, temperatura 70-80 °C); spălare cu apă fierbinte; acidulare (2 g/l acid sulfuric); spălare cu apă rece; impregnare (5-7 g/l clorit de sodiu, 3-4 g/l monofosfat de amoniu, 1 g/l agent de udare); stoarcere; pasaj în aer (5 minute); impregnare (2,5-3 g/l peroxid de hidrogen 100 %, 2,5-3 g/l metasilicat de sodiu, 0,1-0,2 g/l sulfat de magneziu, 1 g/l agent de udare); aburire (T = 95-98 °C, durata 30-40 minute); spălare cu apă (fierbinte şi caldă). Astfel, se reduc comparativ cu tehnologia clasică: durata procesului tehnologic de două ori, consumul de clorit de sodiu de trei ori, consumul de peroxid de hidrogen cu 20 %, consumul de apă tehnologică cu 30 %. În procedeul semicontinuu, ţesătura mercerizată în stare crudă se impregnează cu o soluţie ce conţine (%): 1 - clorit de sodiu, 0,25 - peroxid de hidrogen (35 %), 0,5 - agent de udare neionogen, 0,5 - agent de udare anionic, pH-ul soluţiei 3-4. După stoarcere (grad de preluare 100 %) şi depozitare la cald (temperatura 90-100 °C, durata 2 ore), se efectuează spălarea cu apă (fierbinte, caldă şi rece). Faţă de tehnologia clasică, durata procesului se reduce de cinci ori, obţinându-se gradul de alb 81-82 % şi conservarea indicilor fizico-mecanici.

2.5.3. Albirea cu peroxid de hidrogen

Dintre agenţii clasici de albire (hipoclorit de sodiu, apă oxigenată, clorit de sodiu) o şansă mare de extindere şi aplicare o are în viitor apa oxigenată. Motivele sunt multiple: obţinerea unui grad de alb avansat şi stabil, lipsă de nocivitate şi de acţiune corozivă, posibilităţi de combinare a proceselor de tratare alcalină-albire, posibilităţi de aplicare industrială în variante multiple (de la procedee de depozitare la rece, cu durate mari, la procedee de albire sub presiune, cu durate scurte, de la mediu alcalin la mediu acid, posibilitatea de intensificare a albirii prin utilizarea surselor neconvenţionale (electroni acceleraţi, radiaţii electromagnetice), tab. 2.8.

Peroxidul de hidrogen în interacţiune cu alte substanţe joacă rol de oxidant sau reducător, explicabil prin poziţia intermediară în seria redox apă-oxigen molecular.

$$O_2 \rightleftarrows HOO^- \rightleftarrows H_2O_2 \rightleftarrows OH^- \rightleftarrows H_2O$$

← oxidare - reducere →

Proprietăţile reducătoare ale peroxidului de hidrogen se manifestă prin interacţiunea cu hipocloritul de sodiu, permanganatul de potasiu. Proprietăţile oxidative, cu importanţă practică, se manifestă în mediu acid, neutru sau alcalin. Reacţiile redox în care participă peroxidul de hidrogen sunt caracterizate prin potențialul de electrod, care, în condiții normale, are valoarea 1,78 V, fig. 2.15 [41]. Caracteristic pentru peroxidul de hidrogen este reacția de oxidare, de exemplu, în mediu alcalin:

$$H_2O_2 + OH^- \rightleftarrows H_2O + HOO^-;\ E = -0{,}87\ \mathrm{V}$$

Tabelul 2.8 *Posibilități și realitate pentru albirea fibrelor textile (compararea celor trei agenți clasici de albire)*

Indice	Hipoclorit de sodiu	Clorit de sodiu	Apă oxigenată
Prețul de cost	ieftin	relativ scump	relativ ieftin
Gradul de alb	lasă de dorit	bun, dar instabil	avansat și stabil
Pericol de degradare	mare pentru fibrele celulozice și sintetice	mic pentru celuloză și foarte mic pentru fibrele sintetice	mare pentru fibrele celulozice, proteice și sintetice
Agresivitate față de instalații	coroziv pentru instalații	foarte coroziv pentru instalații	fără acțiune de corodare a aparaturii
Toxicitate	generator de clor toxic cu miros neplăcut	generator de gaze toxice (clor, bioxid de clor), cu miros neplăcut	fără degajări toxice sau cu miros
Posibilități de aplicare	procese discontinue și continue	limitat la procese discontinue și semicontinue	fără limitări în aplicare
Stabilizare	prin pH	prin pH	în diferite variante

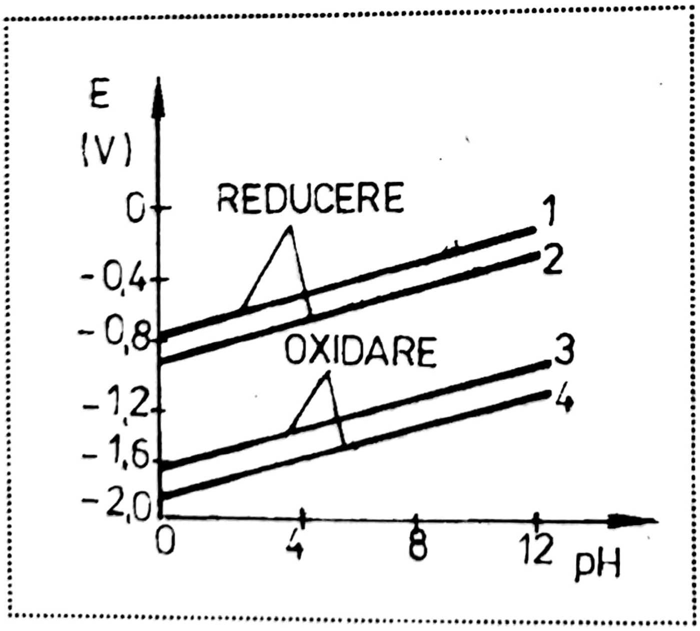


***Fig. 2.15** Dependența potențialului de pH pentru soluții apoase de peroxid de hidrogen*
1, 4 - 1 mol/l;
2, 3 - 10^6 mol/l

$$OH^- + HO^- \rightarrow H_2O + O_2 \uparrow + 2\,e^-$$
$$2\,HOO^- \rightarrow 2\,OH^- + 2\,O\bullet$$

În mediu alcalin, ionii peroxidici sunt instabili, în prezenţa sărurilor metalelor grele (cupru sau fier) se formează radicali liberi conform reacţiei:

$$HOO^- + H_2O_2 \rightarrow HOO\bullet + HO\bullet + HO^-$$

Cu privire la reacţia de descompunere a apei oxigenate părerile sunt împărţite. În literatură se propun mai multe mecanisme [43]...[45]:

- mecanism ionic (heterolitic) în mediu alcalin:

$$H_2O_2 \rightarrow HOO^- + H^+$$
$$HOO^- \rightarrow O_2^{2-} + H^+$$
$$HOO^- \rightarrow HO^- + O\bullet$$
(reacţie importantă pentru albire)
$$2\,O\bullet \rightarrow O_2$$
(reacţie nedorită)
$$O + 2\,e^- \rightarrow O^{2-}$$

- mecanism ionic în mediu acid:

$$H_2O_2 + H^+ \rightarrow H\text{-}OH + O\bullet + H^+$$
reacţie importantă pentru albire
$$2\,O\bullet \rightarrow O_2$$
reacţie nedorită în procesul de albire

- mecanism homolitic (mecanism Haber-Wiess în prezenţa ionilor metalici):

$$H_2O_2 + Fe^{2+} \rightarrow HO\bullet + HO^- + Fe^{3+}$$
$$HO\bullet + Fe^{2+} \rightarrow HO^- + Fe^{3+}$$
$$HO\bullet + Fe^{2+} \rightarrow HO^- + Fe^{3+} + O$$
reacţie importantă pentru albire
$$HO_2\bullet + Fe^{3+} \rightarrow O_2 + H^+ + Fe^{2+}$$

Dezvoltarea reacţiilor radicalice determină creşterea gradului de descompunere al peroxidului de hidrogen.

Parametrii care influenţează descompunerea apei oxigenate sunt numeroşi, ceea ce complică mult cinetica procesului şi implică studierea acesteia. Printre aceştia se menţionează [46]...[70]: concentraţia apei oxigenate; sistemul stabilizator-activator, concentraţia lor; catalizatorii sub formă de impurităţi; temperatura; raportul de flotă; durata; felul şi calitatea materialului textil; efectul de albire impus de destinaţia articolului; aparatura disponibilă pentru albire.

Descompunerea peroxidului de sodiu în timp are o dependenţă logaritmică [17]:

$$\lg c_{nedescompus} = k \cdot t/2{,}303$$

S-a constatat experimental că ordinul de reacţie depinde de: hidromodul, prezenţa activatorilor şi stabilizatorilor, temperatură, pH etc. Pentru concentraţii iniţiale de 3,5 g/l peroxid de hidrogen s-au obţinut dependenţele de pH şi temperatură prezentate în fig. 2.16 din care se deduce că descompunerea se supune dependenţei Arrhenius cu excepţia stadiului final pentru pH = 12 şi temperatura de 100 °C.

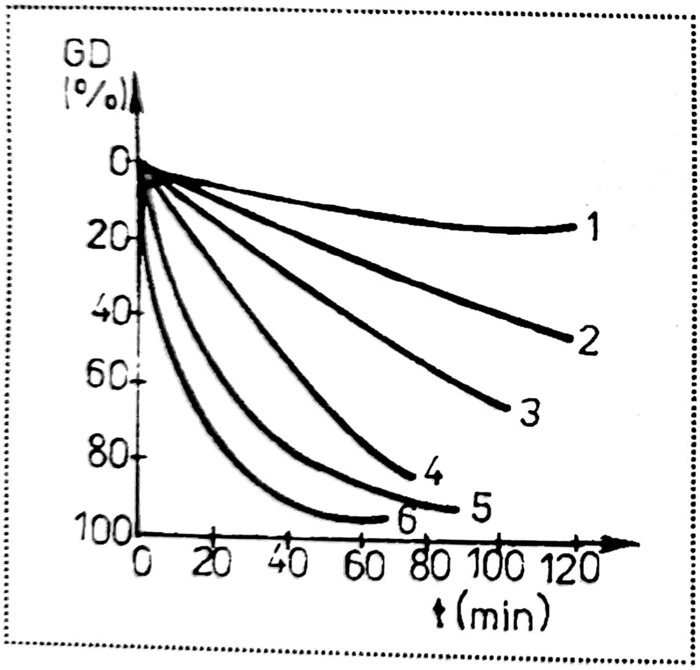


Fig. 2.16 Dependenţa gradului de descompunere a peroxidului de hidrogen funcţie de temperatură şi pH
1 - pH=12, T=30 °C; 2 - pH=8,8, T=90 °C;
3 - pH=9,8, T=80 °C; 4 - pH=11, T=90 °C;
5 - pH=12, T=90 °C; 6 - pH=12, T=100 °C.

Conform datelor din tabelul 2.9 rolul determinant asupra caracteristicilor cinetice îl are pH-ul mediului realizat cu hidroxid de sodiu sau acid acetic în apă distilată la temperatura de 100 °C [71]. Până la pH = 4, acidul joacă rol de stabilizator.

Tabelul 2.9 Gradul de descompunere (GD) şi constanta de viteză (k) în funcţie de pH.

pH	GD	k, s^{-1}	pH	GD	k, s^{-1}
2	0,12	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$	6	0,19	$2{,}9 \cdot 10^{-5}$
3	0,09	$1{,}3 \cdot 10^{-5}$	7	0,33	$5{,}5 \cdot 10^{-5}$
4	0,08	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$	8	0,49	$9{,}5 \cdot 10^{-5}$
5	0,13	$2 \cdot 10^{-5}$	9	0,72	$170 \cdot 10^{-5}$
			10	0,98	$530 \cdot 10^{-5}$

În intervalul de pH 4,5 - 6,5, în prezenţa metalelor grele, acidul activează sistemul, fig. 2.17. Astfel se explică gradul de alb relativ ridicat în acest domeniu de pH. În mediu slab alcalin, pH = 8,5 - 9, duritatea apei joacă rol de stabilizator, capacitatea de albire a peroxidului de hidrogen scade şi creşte destrucţia celulozei (curba 2, fig. 2.17). Prin saltul de pH de la 10 la 11, valoarea constantei de descompunere a peroxidului de hidrogen creşte cu un ordin de mărime. La un pH mai mare de 12, viteza de descompunere este mare, gradul de alb scade şi destrucţia celulozei este evidentă.

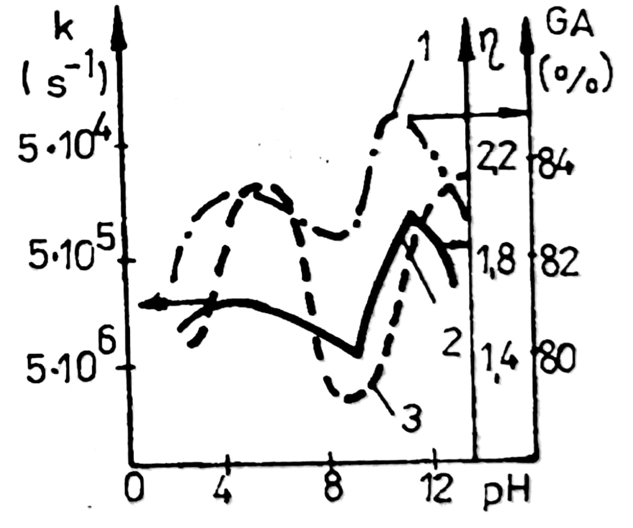


Fig. 2.17 Dependenţa gradului de alb (1), vîscozităţii specifice a soluţiilor cuproamoniacale (2) şi a constantei de descompunere (3) de pH-ul mediului

Prin degradarea celulozei se produce îngălbenirea ca urmare a oxidării grupelor hidroxilice şi scindării legăturilor 1,4 β-glucozidice după mecanismul condensării aldolice, fig. 2.18.

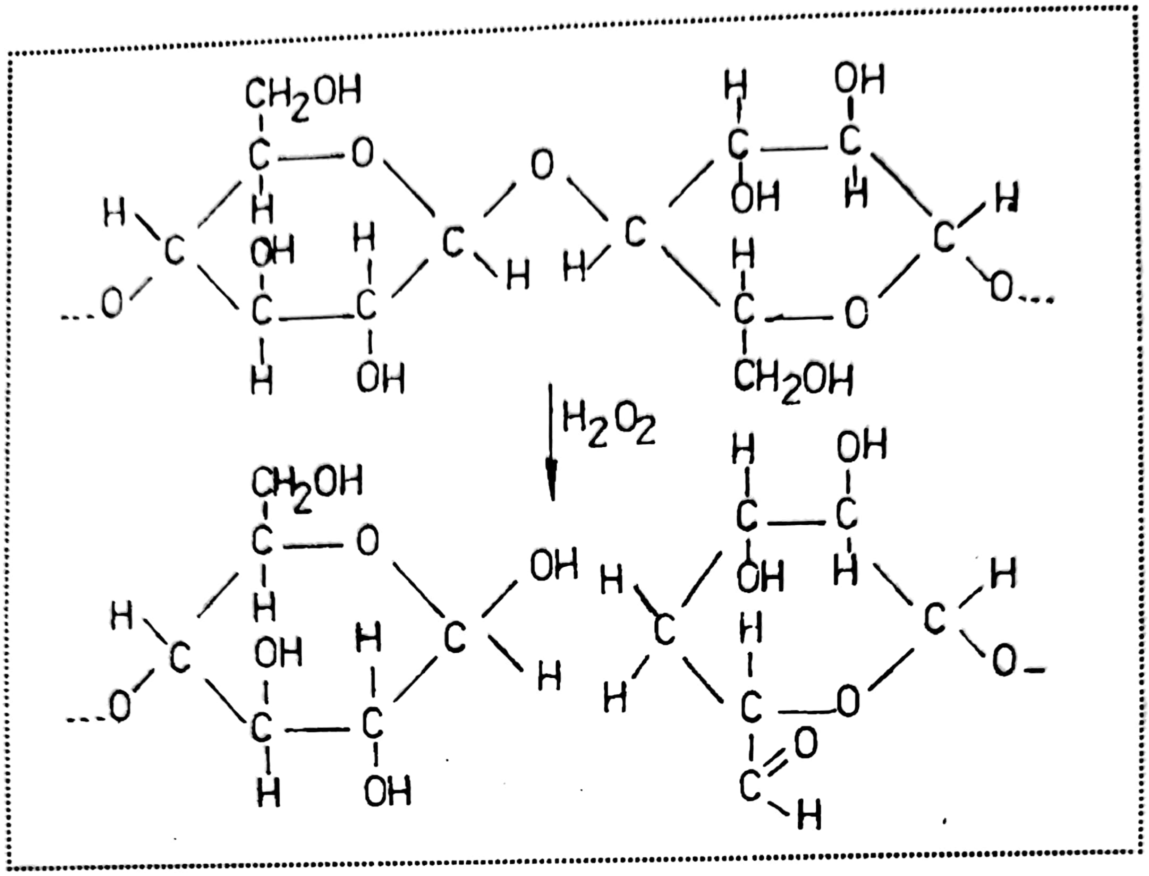


Fig. 2.18 Acţiunea peroxidului de hidrogen asupra celulozei

Viscozitatea soluţiilor cupro-amoniacale de celuloză după tratarea cu peroxid de hidrogen la diferite valori de pH scade pregnant în mediu alcalin (pH > 11) şi neutru (pH = 6-9). Fibra de bumbac se conservă în domeniul de pH 10-11. În mod obişnuit, pH-ul necesar se realizează cu hidroxid de sodiu a cărui concentraţie influenţează constanta de descompunere (k), gradul de alb (GA) şi gradul mediu de polimerizare (GMP), tabelul 2.10.

Datele prezentate în tabelul 2.9 au fost obţinute prin efectuarea de albiri în următoarele condiţii: 0,2 mol/l H_2O_2, 0,5 mol/l silicat de sodiu, 0,01-0,6 % NaOH, durata 60 min, temperatura 100 °C, duritatea apei 3 mechiv g/l, hidromolul 1: 10.

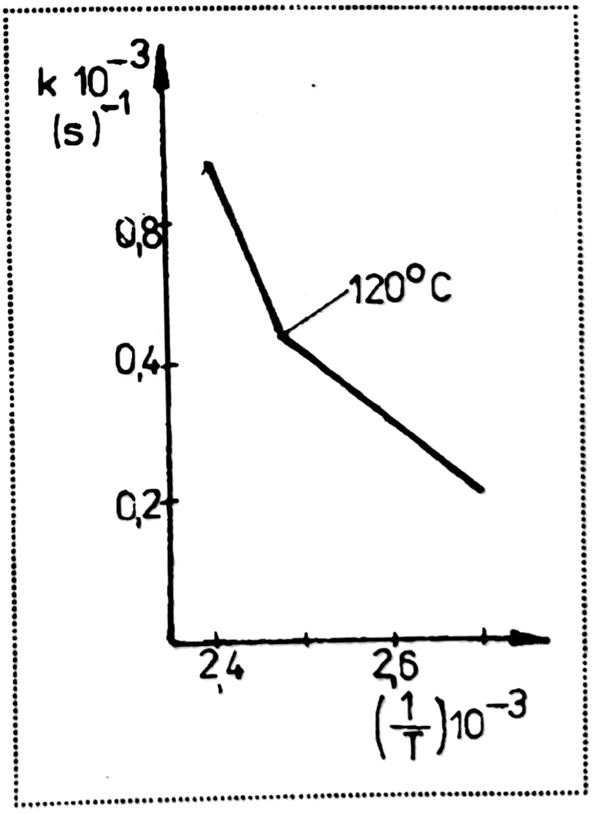
Pe baza datelor prezentate se desprind următoarele concluzii: constanta de descompunere a peroxidului de hidrogen creşte de aproximativ 5,5 ori prin saltul pH-ului de la 10 la 12; gradul de alb şi gradul mediu de polimerizare ating valori maxime în zona de pH 11,6-11,8 realizat cu 0,2-0,25 % hidroxid de sodiu.

La temperaturi mai mari de 100 °C, în condiţiile aburirii, s-a stabilit că viteza de descompunere a peroxidului de hidrogen cunoaşte un salt semnificativ la temperatura de 120 °C, fig. 2.19 [63], [66], [72]...[74].

Tabelul 2.10 *Influenţa concentraţiei hidroxidului de sodiu în sistemele de albire cu peroxid de hidrogen.*

c_{NaOH} %	pH	k s^{-1}	GA %	GMP
0	9,9	$3{,}5 \cdot 10^{-5}$	80,2	1740
0,01	10	$4{,}1 \cdot 10^{-5}$	80,2	1900
0,05	10,6	$4{,}8 \cdot 10^{-5}$	80,8	1980
0,10	11,1	$9 \cdot 10^{-5}$	81,2	2020
0,15	11,4	$1{,}3 \cdot 10^{-4}$	81,5	2150
0,20	11,6	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$	82	2200
0,25	11,8	$2 \cdot 10^{-4}$	81,8	2440
0,30	12,0	$2{,}2 \cdot 10^{-4}$	79,3	2180
0,40	12,1	$2{,}6 \cdot 10^{-4}$	77,5	1940
0,50	12,2	$2{,}6 \cdot 10^{-4}$	76,8	1900
0,60	12,2	$3{,}1 \cdot 10^{-4}$	76	1870

Fig. 2.19 Dependenţa constantei de descompunere a peroxidului de hidrogen de temperatura de aburire.



Constanta de descompunere a peroxidului de hidrogen în mediu de vapori de apă supraîncălziţi creşte de 1,5-2 ori în domeniul de temperatură 110-120 °C şi de 5 ori la temperaturi de 137-140 °C, ceea ce presupune scăderea duratei necesare pentru albire. Conform datelor din tabelul 2.10 şi din reprezentările grafice 2.20 şi 2.21, valoarea maximă a gradului de alb se obţine la 100 °C timp de 3 minute sau la temperatura de 120-130 °C timp de un minut, cu reţeta: 0,7 % peroxid de hidrogen (35 %), 2 % silicat de sodiu şi carbamidă [73].

Tabelul 2.11 *Influenţa duratei de aburire şi a temperaturii asupra gradului de alb.*

t (s)	Gradul de alb (%) la temperatura (°C) de:							
	100	110	120	130	140	150	160	180
0,67	-	78,8	79	79,3	78,3	77,9	77	75
1	76	79,1	79,5	79,6	79,4	78,9	78,1	75,9
1,5	76,5	80,4	80,7	80,6	80,3	79,8	78,8	76,4
2	78,5	84,3	84,8	84,4	81	80,5	79,6	76,9
3	79,6	82,7	83,3	82,5	82,1	81,4	80,4	77,5
5	80,3	86,1	84	83,1	82,5	81,6	80	77

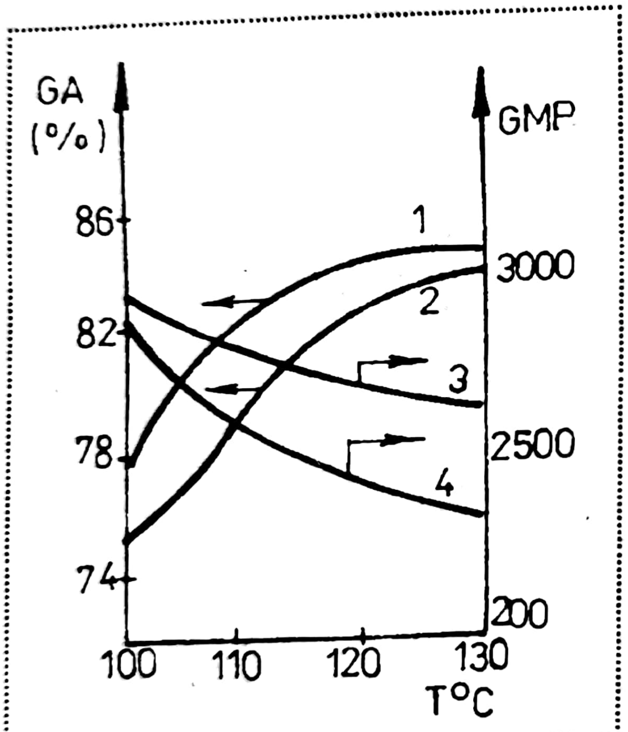


Fig. 2.20 Influenţa duratei de aburire şi a temperaturii la albirea cu peroxid de hidrogen a ţesăturilor de bumbac asupra gradului de alb (1, 2) şi asupra gradului mediu de polimerizare (3, 4).
1, 4 - 2 minute; 2, 3 - un minut

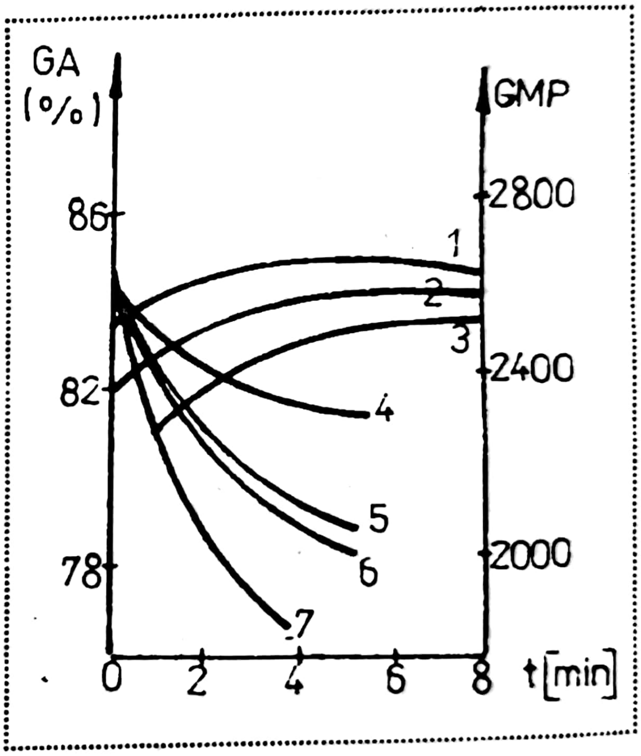


Fig. 2.21 Influenţa duratei de aburire asupra gradului de alb (1, 2, 3 - la temperaturile de 130, 120 şi respectiv 100 °C) şi asupra gradului mediu de polimerizare (4, 5, 6, 7 - la temperaturile de 100, 120, 130 şi, respectiv, 140 °C)

Pe baza datelor prezentate se deduc condiţiile optime de albire cu peroxid de hidrogen prin aburire: temperatura 120-130 °C, durata 30-60 s. La temperaturi mai mari de 140 °C, scăderea gradului mediu de polimerizare se explică prin diminuarea conţinutului de umiditate la valori mai mici decât umiditatea critică. Pentru a se preveni evaporarea rapidă a umidităţii, în flota de impregnare se adaugă substanţe hidrotrope, tabelul 2.12.

Tabelul 2.12 *Influenţa substanţelor hidrotrope asupra conţinutului de umiditate în condiţiile aburirii cu abur supraîncălzit la temperatura de 130 °C.*

Adaosul	**c g/l**	**Conţinutul de umiditate (%) după duratele de aburire (min)**				
		0	**1**	**2**	**3**	**5**
-	-	99,6	58	28	12,5	0,9
Uree	50	107,5	67,3	29,6	15,5	7,5
Uree	70	112,5	68,5	32	18,7	9,5
Benzoat de sodiu	20	105	65,2	29	15,2	7,1

În variantele de albire prin aburire, la temperatură ridicată, în celuloza de bumbac creşte conţinutul de grupe carboxilice şi scade conţinutul de grupe aldehidice, fig. 2.22.

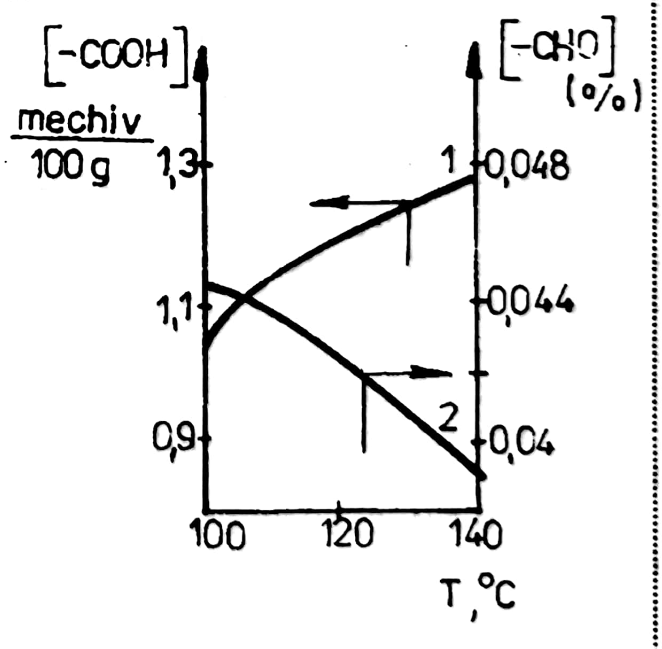


Fig. 2.22 Influenţa temperaturii asupra conţinutului de grupe carboxilice (1) şi aldehidice (2) după un minut de aburire.

Celuloza albită la temperaturi mai mari de 100 °C are un conţinut mai mare de grupe carboxilice. Procesul de oxidare se localizează la suprafaţa fibrei şi în zonele amorfe. Grupele carboxilice conferă materialului textil stabilitate chimică în operaţiile ulterioare şi un grad de alb stabil în condiţiile de exploatare [74]. În ansamblu, conţinutul de grupe funcţionale se modifică nesemnificativ cu creşterea temperaturii.

Pentru conservarea integrității suportului celulozic se utilizează stabilizatori care inhibă procesele radicalice:

$$\mathrm{H\text{-}O\text{-}O\text{-}H} \rightleftarrows \mathrm{HO}\bullet + \mathrm{HO}\bullet$$
$$\mathrm{M}^{n+} + \mathrm{H_2O_2} \rightarrow \mathrm{M}^{(n+1)+} + \mathrm{HO}^{-} + \mathrm{OH}\bullet$$
$$\mathrm{HO}\bullet + \mathrm{H_2O} \rightarrow \mathrm{H_2O} + \mathrm{HOO}\bullet$$
$$\mathrm{HOO}\bullet + \mathrm{H_2O_2} \rightarrow \mathrm{HO}\bullet + \mathrm{O_2} + \mathrm{H_2O}$$

Stabilizatorii folosiți la albirea cu apă oxigenată pot fi clasificați astfel [75..78]:

- substanțe care limitează disocierea peroxizilor și acționează ca mediu tampon (acid oxalic, acizii clorhidric, sulfuric, fosforic). Stabilizarea este maximă în mediu acid (pH=4);
- substanțe tensioactive care au o afinitate mare pentru catalizatorii de descompunere (compușii metalelor grele) ai apei oxigenate;
- substanțe fără activitate superficială, care limitează activitatea catalizatorilor prin formarea unor aducți, ca de exemplu: fosfați, săruri ale unor acizi organici, alcooli, uree, derivați de uree etc.;
- substanțe care pot avea mecanismele anterioare combinate, ca de ex.: fosfații acizi, acidul silicic.

Radicalii se pot transforma în ioni prin acceptarea de electroni. Donorii de electroni pot fi însoțitorii celulozei sau substanțele stabilizatoare care conțin cromofori de tipul:

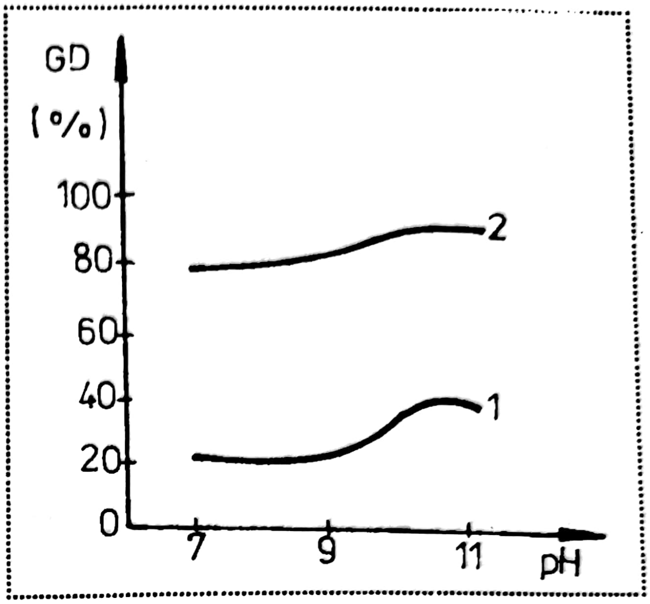
$$\mathrm{\text{-}C{=}C\text{-},\ \text{-}C{=}N\text{-},\ \text{-}C{=}O}\ [79]:$$
$$2\mathrm{HOO}\bullet + \mathrm{O{=}C_6H_4{=}O} \rightarrow \mathrm{HO\text{-}C_6H_4\text{-}OH} + 2\mathrm{HOO}^{-}$$

Viteza de descompunere a peroxidului de hidrogen depinde de masa de polimer fibros din sistem. În prezența fibrei (fig.2.23, curba 1), gradul de descompunere este mai mic decât atunci când aceasta lipsește (curba 2). Stabilitatea soluțiilor alcaline de peroxid de hidrogen este mai mare dacă crește conținutul masic de material, îndeosebi în procedeele pad-steam, deoarece se modifică raportul [ox]/[red].

În cazul albirii țesăturilor celulozice cu peroxid de hidrogen prin procedeul pad-steam s-a urmărit influența parametrilor: x_1 - alcalinitatea flotei (1; 1,5; 2 g/l); x_2 - concentrația amestecului stabilizator format din silicat de sodiu și sulfat de magneziu în raportul 10:0,4 (1; 3; 5 g/l); x_3 - durata de aburire (20; 12,5; 5 min) asupra gradului de alb, obținându-se ecuația de regresie [65]:

$$y = 80{,}76 - 0{,}44x_1 + 0{,}18x_2 + 0{,}49x_3 + 0{,}13x_1x_2 - 0{,}18x_1x_3 - 0{,}04x_2x_3 - 0{,}04x_1x_2x_3$$

Fig. 2.23 Gradul de descompunere a peroxidului de hidrogen în prezența (1) și în lipsa (2) țesăturii.



O influență deosebită asupra gradului de alb o exercită variabilele independente x_1 și x_3, pe când variabila x_2 și interacțiunile au o influență nesemnificativă.

A. Grigoriu și colab. [80], în cazul albirii cu peroxid de hidrogen prin procedeul pad-steam, a studiat influența stabilizatorilor de natură anorganică (silicat de sodiu, acid boric) și organică (Stabitex O, uree). După prelucrarea datelor experimentale, care se referă la gradul de alb și fluiditatea soluțiilor cuproamoniacale de celuloză s-au desprins următoarele concluzii:

- în prezența silicatului de sodiu se obține un grad de alb superior și o degradare minimă a fibrei la o durată de aburire de 60 minute. Se recomandă două perechi de valori pentru concentrațiile de silicat de sodiu și peroxid de hidrogen: 20 și 6, respectiv 10 și 2 (g/l);
- la concentrații de acid boric de 10-12 g/l valorile optime pentru gradul de alb și fluiditate se obțin pentru concentrația agentului de albire de 6 g/l și pentru durata de aburire de 45 minute sau pentru 10 g/l H_2O_2 și 20 minute de aburire;
- dacă se folosește ureea în concentrație de 4 g/l, la o durată de aburire de 45 min, se recomandă concentrația peroxidului de hidrogen de 10 g/l;
- cu Stabitex O (4 g/l) și peroxid de hidrogen (5 g/l), la o durată de aburire de 40 minute se obține o albire eficientă și degradarea minimă a celulozei.

Alți autori propun, pe lângă apa oxigenată, alte substanțe de albire - peroxid de pirofosfat (PP), peroxid de sintamină (PS), peroxid de uree (PU), [66]. Pe baza dependențelor dintre gradul de alb și pH s-au desprins următoarele concluzii:

- apa oxigenată și peroxidul de pirofosfat (PP) au eficiența maximă la pH = 10,4

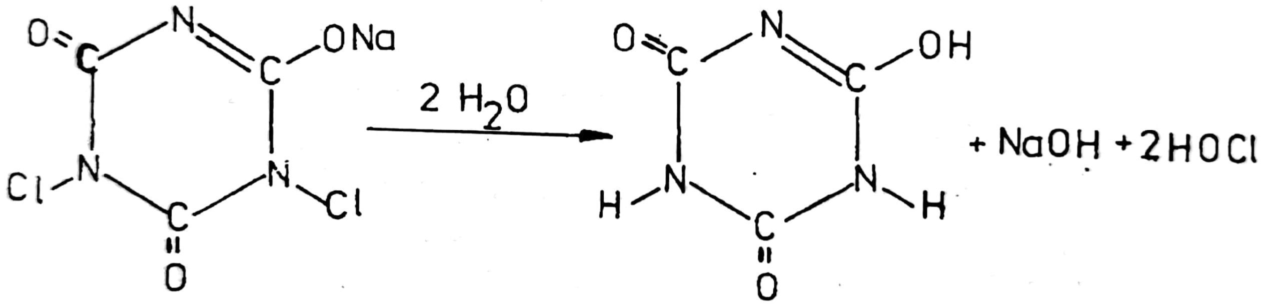
- peroxidul de sintamină (PS) şi peroxidul de uree (PU)se pot utiliza în mediile neutru şi alcalin;
- în domeniul de pH = 6-10,4, gradul de alb obţinut cu PS este aproximativ constant şi se poate utiliza pentru albirea fibrelor sintetice şi cherotinice.

În cazul utilizării peroxidului de pirofosfat, gradul de alb creşte prin introducerea în mediu acid a 4 % acid o-sulfamic sau a 6 % hidrazină sau a 8,5-etanolamină în medii neutre.

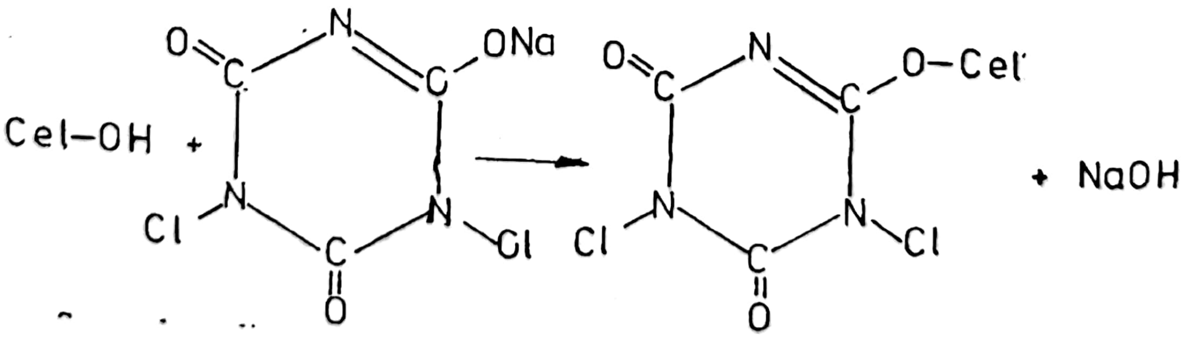
Peroxidul de uree şi peroxidul de sintamină se stabilizează în mediu alcalin cu 2,5 g/l etanolamină sau hidrazină.

2.5.4. Alţi agenţi de albire

Pentru albirea amestecurilor din polietilentereftalat - fibre celulozice se recomandă sărurile de sodiu ale acizilor izocianurici care hidrolizează lent:



Albirea se poate efectua prin procedeul fulardare-aburire, utilizându-se soluţii cu pH-ul cuprins între 3 şi 10 şi prezintă avantajul faţă de hipoclorit de sodiu că lipseşte zona critică de pH (6,5-7,5); rezultatele tehnologice se explică prin potenţialul oxidativ de 0,98 V. În timpul albirii are loc modificarea chimică a celulozei care capătă stabilitate la acţiunea oxidanţilor:



Sarea de sodiu poate fi obţinută în flota alcalină de albire cu hipoclorit de sodiu prin adăugarea de 1-2 g/l acid izocianuric. Soluţia preparată prezintă o mare stabilitate în domeniul de pH 7-11 şi se obţine un grad de alb stabil (tabelul 2.13) [17].

Tabelul 2.13 *Condiţii de albire cu diclorcianuratul de sodiu*

Suportul textil	Condiţii:
Bumbac Bbc sau in - PET	2-3 g/l Cl’; T = 80-90 °C pH = 5-6, t = 30 min
PA, PAN	pH = 3,5-4,5; T = 60-70 °C
PA sau PAN - Bbc	pH = 7-9,5; T = 60-70 °C

2.6 Metode rapide de pregătire

În scopul intensificării operaţiilor de pregătire sunt cunoscute mai multe procedee, o parte din acestea fiind prezentate în tabelele 2.14 şi 2.15.

Tabelul 2.14 *Variante tehnologice de pregătire [17]*

Condiţii	Varianta		
	1	2	3
Curăţirea alcalină, g/l			
Hidroxid de sodiu (100 %)	40-60	50-60	40-50
Silicat de sodiu	1-2	-	-
Uree	-	5-10	5
Agent de udare	1-2	1-2	1-2
Intensificator	Bisulfit de sodiu 2-3	Dioxid de tiouree 3	Antrachinonă 1-3
Temperatura de impregnare, °C	80-85	80-85	80-85
Durata de aburire la 100 °C, min	20	20	20
Albirea, g/l			
Peroxid de hidrogen (100 %)	2-3,5	2-3,5	2-3,5
Silicat de sodiu	8-9	8-9	8-9
Agent de udare	1	1	1
Temperatura de impregnare, °C	40	40	40
Durata de aburire la 100 °C, min	30-40	10-20	7-15

Tabelul 2.15

Variante tehnologice de pregătire (- intensificatori).*

Condiţii	Varianta					
	BASF (g/l)	DU PONT (%)	IVTEX (g/l)	IVNITI (g/l)	IVTEXNTI (g/l)	
					*	
CURĂŢIREA ALCALINĂ						
Hidroxid de sodiu	60-80	9-11	7	80-250	100	216
Lubrifol KB	15-20	-	-	-	-	-
Leofen U	2-3	1	1-2	-	-	-
Pirofosfat de sodiu	-	2	-	-	-	-
Laurilsulfat de sodiu	-	0,2-0,5				
Derivat de antrachinonă	-	-	0,5-2	-	-	-
Glicerină	-	-	1-5	-	-	-
Bisulfit de sodiu	-	-	-	5	-	-
Preparat TALKA*	-	-	-	5-10	-	-
Uree*	-	-	-	-	10	-
Dioxid de tiouree*	-	-	-	-	1,5	-
Sintamid S*	-	-	-	-	2	4-5
Rongalită*	-	-	-	-	-	5
Aburirea						
Temperatura, °C	100	100	100-105	100-102	100-102	100-102
Durata, minute	10-20	1-2	1-3	20	7-15	7-15
ALBIREA						
Cicluri	1	2	1	1	1	1
Peroxid de hidrogen (100 5)	5-7	1,2	5-7	5	6	6
Silicat de sodiu	15	-	15-20	12	12	12
Hidroxid de sodiu	2,5	1,5	1-3	3	5	5
Clorură de magneziu	0,1	-	-	-	-	-
Agent de udare	-	-	0,1	-	-	-
Sulfonid 31	-	-	-	-	1	1
Aburire						
Temperatura, °C	100	100	100	100	100	100
Durata, min	10-20	1	1-3	10-12	7-15	7-15

Variantele tehnologice prezentate se bazează pe folosirea concentraţiilor mari şi pe introducerea de catalizatori. Astfel se explică utilizarea instalaţiilor cu caracter universal, modulate, asigurându-se viteze de lucru de 150-200 m/min. Instalaţiile se diferenţiază prin construcţia aburitoarelor (fig. 2.24 şi tabelul 2.15).

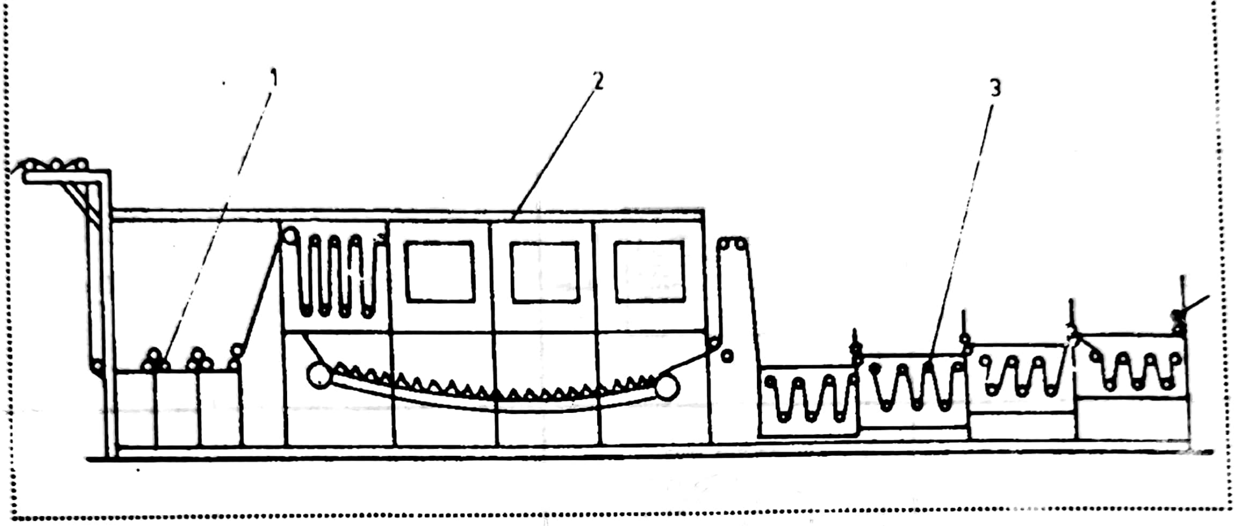


Fig. 2.24 Linia Textima de pregătire continuă a ţesăturilor
1 - maşina de impregnare; 2 - aburitor; 3 - maşina de spălat în contracurent.

În procedeele rapide de pregătire se propune comasarea operaţiilor de curăţire alcalină şi mercerizare şi apoi tratarea cu soluţii de albire, după schema tehnologică: activarea termică a ţesăturii crude cu abur saturat timp de 3 secunde, impregnarea cu soluţia alcalină la temperatura de 90-92 °C, stoarcerea (grad de preluare 105 %), aburirea (15 minute, $T > 100$ °C), spălarea cu apă caldă, acidularea (3 g/l acid sulfuric), spălarea cu apă rece, impregnarea cu soluţia de apă oxigenată la temperatura de 40 °C, stoarcerea (grad de preluare 105 %), aburirea (15 minute la 100-102 °C), spălarea riguroasă cu apă fierbinte.

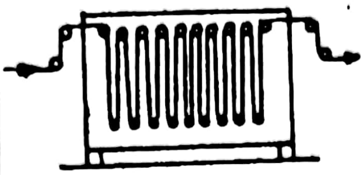
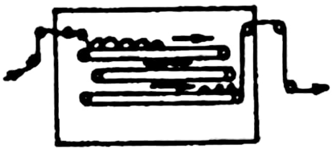
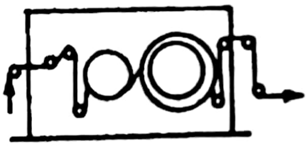
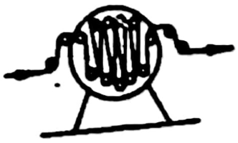
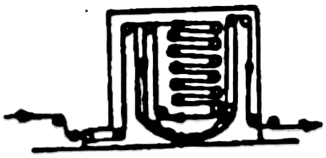
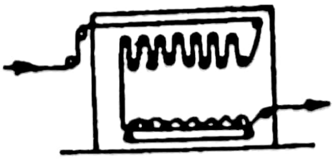
S-a urmărit, pe ţesăturile de bumbac albite, capilaritatea, cifra de bariu, gradul de alb şi fluiditatea în soluţii cuproamoniacale 0,1 %. S-au considerat variabilele independente: concentraţia hidroxidului de sodiu (x_1 = 200-230 g/l); concentraţia substanţei active de suprafaţă (x_2 = 3-7 g/l); concentraţia peroxidului de hidrogen (x_3 = 3-5 g/l). Prin desfăşurarea unui program factorial complet 2^3 şi prelucrarea statistică a rezultatelor s-au obţinut ecuaţiile de regresie [81] pentru:

- capilaritate:

$$y_1 = 8{,}21 + 0{,}04x_1 + 0{,}29x_2 + 0{,}56x_3 - 0{,}24x_1x_2 + 0{,}14x_1x_3 - 0{,}26x_2x_3 - 0{,}14x_1x_2x_3$$

Tabelul 2.16

Construcția aburitoarelor și parametrii tehnologici

Tipul aburitorului	Forma constructivă	Temperatura, °C	Durata, min
cu role (formă paralelipipedică)		100	1-5
cu bandă transportoare		100	30-60
prin rolare-derolare		100	30-60
cu role (tip autoclavă)		100	1-3
sub formă de „U”		100	10-30
combinat (role și bandă)		100	5-15

- cifra de bariu:

$$y_2 = 156{,}1 + 3{,}4x_1 + 1{,}7x_2 + 3{,}4x_3 - 1{,}5x_1x_2 - 0{,}2x_1x_3 + 1{,}3x_2x_3 - 1{,}5x_1x_2x_3$$

- grad de alb:

$$y_3 = 81{,}05 - 0{,}26x_1 + 0{,}23x_2 + 1{,}05x_3 - 0{,}19x_1x_2 - 0{,}12x_1x_3 + 0{,}03x_2x_3 - 0{,}09x_1x_2x_3$$

- viscozitate:

$$y_4 = 1{,}31 - 0{,}02x_1 - 0{,}01x_2 - 0{,}07x_3 + 0{,}04x_1x_2 - 0{,}01x_1x_3 - 0{,}01x_2x_3 - 0{,}01x_1x_2x_3$$

Pentru introducerea în bucla de reglare şi automatizare a procesului, s-a redus numărul de variabile la una singură reprezentată prin criteriul:

$$Q = 1000/[(100 - GA)^2 + (20S)^2]$$

în care:

GA - gradul de alb;
S - gradul de degradare dat prin formula:

$$S = 0{,}322 \lg(2000/GMPA - 2000/GMPC + 1)$$

GMPA - gradul mediu de polimerizare al celulozei albite;
GMPC - gradul mediu de polimerizare al celulozei crude.

Prin reunificarea ecuaţiilor de mai sus rezultă:

$$Q = 48{,}7 - 0{,}52x_1 + 0{,}4x_2 + 1{,}48x_3 + 0{,}07x_1x_2 - 0{,}35x_1x_3 - 0{,}12x_2x_3 - 0{,}2x_1x_2x_3$$

Indicele complex, Q, atinge valoarea maximă 51,5 pentru valori ale variabilelor: $c_{NaOH} = 200$ g/l; $c_{SAS} = 7$ g/l; $c_{H2O2} = 5$ g/l la raportul hidroxid de sodiu/silicat de sodiu 1,375. Se obţine GA = 82,8 %, $\eta_{sp} = 1{,}22$, $i_{Ba} = 162{,}3$.

1. W. Kothe, N. Lepport - *Textilveredlung*, 1978, 9, p. 333;
2. E. Iliescu - *Tehnologia albirii şi apretării textilelor*, I.P. Iaşi, 1982;
3. F. Braun, T.F. Habereder - *L' Industrie Textile*, 1980, 1105, p. 1001;
4. *** - *Brevet 120862*, Polonia;
5. *** - *Brevet 4371372*, S.U.A.;
6. K. Dickinson - *I. Soc. Dyers a. Colour*, 1979, 4, p. 119;
7. K. Dickinson - *Review of Progress in coloration and related topics*, 1987, 17, p. 1;
8. L.I. Ganziuk - *Teh. Tekst. Prom.*, 1986, 3, p. 61;
9. I. Trauer - *Textil praxis international*, 1990, 2, p. 107;
10. P. Lamprecht - *Textilveredlung*, 1990, 10, p. 334;
11. E. Pitza - *Mell. Textilberichte*, 1989, 9, p. 672;
12. W. Norser - *Textilveredlung*, 1986, 10;
13. K. Eigert - *Mell. Textilberichte*, 1989, 9, p. 672;
14. U. Deuter - *Textil praxis international*, 1991, 7, p. 644;
15. C. Polo, M. Pepino - *Textil Res. J.*, 1991, 2, p. 114;
16. N.I. Klenkova - *J. prikl. himii*, 1963, 2, p. 398;
17. B.N. Melnikov - *Progress tekstilnoi himii*, Moskva, 1988;
18. V.I. Lebedeva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1982, 3, p. 50;
19. V.N. Goloşina - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1983, 2, p. 60;
20. V.N. Nikitin - *Him. drevesinâ i ţell.*, Sankt-Petersburg, 1978, p. 244;
21. B.I. Fleming - *Tappi*, 1978, 6, p. 43;
23. N.I. Klenkova - *J. prikl. himii*, 1963, 2, p. 398.
24. S. Kohne - *Faserforsch. u. Textiltechn*, 1968, 6, p. 265;
25. V.I. Lebedeva - *Tehn. Tekst. Prom*, 1978, 2, p. 77;
26. U. Kiruer - *Mell. Textilber.*, 1971, 9, p. 1069;
27. W. Küppers - *Mell. Textilber.*, 1970, 9, p. 1067;
28. L.A. Garţeva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1976, 3, p. 85;
29. V.I. Lebedeva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1986, 2, p. 73;

30. M. Ielovici - *Him. drevesinâ*, 1985, 1, p. 19;
31. E.A. Cârkova - *Him. drevesinâ*, 1985, 3, p. 28;
32. *** - *Textilveredlung*, 1978, 12, p. 544;
33. D. Bechter - *Textilveredlung*, 1986, 7-8, p. 256;
34. D. Bechter - *Textil praxis international*, 1984, 7, p. 680;
35. S. Pacetti - *Tinctoria*, 1985, 7, p. 197;
36. S.M. Gawish - *Tinctoria*, 1988, 11, p. 69;
37. R. Borgis - *Tinctoria*, 1983, 11, p. 301;
38. T. Iu. Gorodniciia - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1989, 4, p. 74;
39. S.M. Gawish - *Tinctoria*, 1990, 10, p. 39;
40. F. Conzelman - *Textil proxis international*, 1989, 6, p. 644;
41. B.N. Melnikov - *Fiziko-him. osn. proţ. otd. proizvod.*, Moskva, 1982, p. 87;
42. M.K. Paris - *Colourage*, 1976, 24, p. 43;
43. V. Neveling - *Textilbetrieb*, 1972, p. 65; 1975, p. 37; 1976, p. 4; 1978, p. 57; 1978, p. 43; 1978, p. 53;
44. M. Frigerio - *Tinctoria*, 1984, 11, p. 321;
45. A. Gigli - *Tinctoria*, 1982, 7, p. 238;
46. K. Gebert - *Mell. Textilberichte*, 1984, p. 684;
47. B.N. Melnikov - *Tekst. Prom.*, 1981, p. 58;
48. L.J. Moore - *Am. Deyst. Rep.*, 1968, 6, p. 168;
49. C.A. Caty - *Canad. Text. J.*, 1983, 6, p. 169;
50. V.I. Lebedeva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1983, 6, p. 61;
51. A.P. Lazareva - *Tekst. Prom.*, 1979, p. 55;
52. A.P. Lazareva - *Tekst. Prom.*, 1982, p. 53;
53. Z.H. Dimova - *Tekst. Prom.*, 1982, 8, p. 50;
54. L.M.N. Tijkens - *Mell. Textilber.*, 1970, p. 309;
55. G. Bode - *Mell. Textilber.*, 1973, p. 381;
56. Von der Eltz - *Textil Praxis*, 1975, p. 725;
57. N. Ness - *Textilbetrieb*, 1974, p. 25;
58. O. Himmerlrich - *Deutsche Textiltechnik*, 1962, 6, p. 605;
59. D.E. Naujoks - *Textil Praxis*, 1969, p. 85;
60. V.I. Lebedeva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1977, 2, p. 69;
61. M.I. Kanter - *J. Prikl. Himii*, 1970, p. 447;
62. I. Raskina - *J. Prikl. Himii*, 1966, p. 35;
63. V.I. Lebedeva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1980, 4, p. 45;
64. V.I. Lebedeva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1981, 3, p. 77;
65. P.M. Scegoleva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1979, 1, p. 70;

CAPITOLUL 3

PROCEDEE INTENSIVE DE VOPSIRE

Vopsirea materialelor textile cuprinde următoarele stadii:

- difuzia şi transferul convectiv de colorant din mediul extern către suprafaţa fibrei;
- adsorbţia colorantului pe suprafaţa exterioară a fibrei sub formă de molecule sau ioni;
- difuzia în interiorul fibrei conform modelului porilor sau modelului volumului liber;
- fixarea în interiorul fibrei pe cale fizică (cristalizare, agregare) şi/sau chimică (legături de hidrogen, covalenţe, electrovalenţe, coordinative, interacţiuni Van der Waals).

Stadiile procesului de vopsire se desfăşoară concomitent, dar cu viteze diferite. În cele mai multe cazuri stadiul limită al vopsirii este difuzia colorantului în interiorul fibrei, astfel că toate fenomenele cinetice pot fi exprimate funcţie de coeficientul de difuzie. Difuzia colorantului în mediul extern se desfăşoară cu viteza de 10^{-5}-10^{-6} cm^2/s, iar în fibră cu viteza de 10^{-8} - 10^{-12} cm^2/s. Intensificarea procesului de difuzie, în tehnologiile clasice, se bazează pe creşterea temperaturii. De exemplu, prin creşterea temperaturii cu 10 °C, valoarea coeficientului de difuzie se măreşte cu 20-30 %.

Adsorbţia colorantului la suprafaţa fibrei depinde de: starea colorantului în mediul extern, compoziţia flotei, afinitatea colorantului faţă de fibră, potenţialul electrocinetic, hidrofilia sau hidrofobia suprafeţei, capacitatea grupelor funcţionale ale fibrei de a interacţiona selectiv cu colorantul.

Componentele flotelor de vopsire asigură modificarea stării colorantului (dispersare, solubilizare, solvatare, modificarea afinității), a suprafeței și/sau a structurii substratului (umflare, modificarea raportului cristalin-amorf, ionizarea sau blocarea grupelor funcționale) în scopul obținerii unor indici de calitate (intensitate, rezistențe, reproductibilitate etc.).

În al treilea stadiu al vopsirii colorantul difuzează din stratul mono- sau polimolecular de pe suprafața fibrei în interiorul acesteia cu o viteză proporțională cu gradientul de concentrație. Scăderea coeficientului de difuzie în fibră fața de cel din soluție se explică prin densitatea structurală a polimerului fibros și prin blocarea centrelor reactive.

În ultimul stadiu al procesului de vopsire pot să apară toate tipurile de interacțiuni care au reținut colorantul pe fibră. Se disting legăturile chimice:

- ionice (heteropolare) cu energia de 40-100 kj/mol;
- covalente, inclusiv coordinative, cu lungimea de (0,7-2) • 10^{-10} m și energia de 50-200 kJ/mol;
- slabe (legături de hidrogen cu energia de 21-42 kj/mol, forțe Van der Waals cu energia de 2-10 kj/mol care acționează la distanțe mai mari de (3-4) • 10^{-10} m și care pot fi de dispersie sau tip London și polare ca urmare a interacțiunilor ion-dipol și dipol-dipol).

Preponderența unora sau altora dintre interacțiuni este determinată de colorant, de fibră și de etapa procesului (uscare, fixare, săpunire), tabelul 3.1 [1]. Alegerea sistemului tinctorial (mediu de aplicare, fibră, colorant) depinde de caracteristicile fizico-chimice ale componentelor (structură, afinitate, volum intern, caracteristici superficiale etc.). În viitor se întrevede extinderea procedeelor continue de vopsire a materialelor textile bazate pe fixarea termică. În acest context se impune selecționarea coloranților tradiționali și sinteza de alte structuri care să corespundă noilor metode fizico-chimice de aplicare. În continuare se prezintă procedee energo-intensive de vopsire a materialelor textile conform datelor din literatură [2].

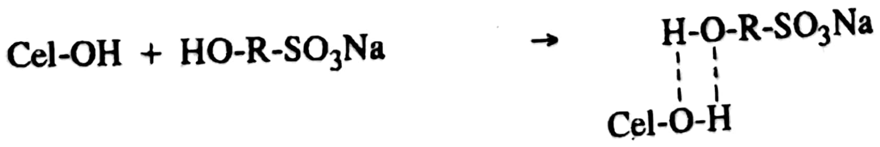
3.1 Sistemul tinctorial fibre celulozice - coloranți direcți

Coloranții direcți fabricați de-a lungul timpului de diferite firme (tabelul 3.2), au structura generală R $(SO_3Na)_n$ și vopsesc fibrele celulozice din mediu neutru sau slab alcalin în prezența electroliților. Coloranții direcți se aplică printr-o tehnologie simplă și

Tabelul 3.1 *Tipuri de interacţiuni dintre centrele reactive ale fibrei şi diferite clase tehnologice de coloranţi*

Fibra	Structura centrelor reactive	Clase tehnologice de coloranţi	Tipuri de interacţiuni
Celuloza	-OH	Direcţi, reactivi, cadă, sulf, azoinsolubili	de hidrogen, Van der Waals, covalente
Proteine naturale	-SH, $-NH_2$, -OH, =NH, -COOH, $-(CH_2)-$	Acizi, metal-complecşi, cationici, reactivi	Ionice, coordinative, de hidrogen, covalente, Van der Waals
Poliamida	-COOH, $-NH_2$, -CO-NH-, $-(CH_2)_n-$, $-C_6H_4-$	Acizi, premetalaţi, reactivi, dispersie	Ionice, de hidrogen, coordinative, covalente, Van der Waals
Acetaţi de celuloză	$-O-CO-CH_3$	Dispersie	de hidrogen, Van der Waals
Poliesterii	$-(CH_2)_m-$, $-C_6H_4-$, -COO-	Dispersie	de hidrogen, Van der Waals
Poliacrilonitrilul	-COOH, $-SO_3H$, $-OSO_3H$, =NH, $-CH_2-C(C\equiv N)H-$	Cationici, acizi, dispersie	Ionice, de hidrogen, Van der Waals
Polivinilalcoolul	-OH, $-O-CH_2-O-$	Direcţi, reactivi, dispersie	Covalente, de hidrogen, Van der Waals
Poliolefine	$-CH_2-CH_2-$, $-CH_2-C(CH_3)H-$	Dispersie selecţionaţi	Coordinative, de hidrogen, Van der Waals

prezintă avantajele şi dezavantajele din tabelul 3.3. Capacitatea coloranţilor direcţi de a trece din soluţie în fibră se explică prin structura lor. Masa moleculară mare, liniaritatea şi coplanaritatea, prezenţa auxocromilor măresc afinitatea faţă de fibrele celulozice. Fixarea coloranţilor direcţi în fibrele celulozice are loc prin formarea legăturilor de hidrogen şi prin forţe Van der Waals.



$$\text{Cel-OH} + \text{HO-R-SO}_3\text{Na} \rightarrow \begin{array}{c}\text{H-O-R-SO}_3\text{Na}\\ \vdots\quad\vdots\\ \text{Cel-O-H}\end{array}$$

Interacţiunile Van der Waals apar prin suprapunerea nucleelor aromatice din structura colorantului peste inelele glucozidice din celuloză.

abelul 3.2 *Tipuri comerciale de coloranţi direcţi*

Ţara	Firma	Coloranţi direcţi			
		obişnuiţi	rezistenţi la lumină	metalabili sau premetalaţi	diazotabili
Germania	Volfen	Columbia	Solamin	Cuproxan	Naftogen
	Bayer	-	Sirius	Benzo	Benzaminic
	Hoechst	Diamin	-	-	-
	BASF	-	Luranline	-	-
Polonia	Chemicolor	Direct	Helion	-	Diazo
Cehia	Chemapol	Direct	Saturn	Ribantin	Azogen
Anglia	ICI	Chlorazol	Durazol	Durasol	Chlorazol
	Yorkshire	Benzanil	-	-	-
S.U.A.	Du Pont	Pontamin -	Pontamin Rezofix	Pontamin -	Pontamin -
Franţa	Francolor	Diazol	Diazol	Cuprodiazol	Diazoamin
Elveţia	Ciba-Geigy	Difenil	Solophenyl	Cuprophenyl	Diazophenyl
	Sandoz	Cloramin Solar -	Pirazol Solar 3L Indosol	Cuprofix - -	Diazoamin - -
România	Colorom	Direct	Direct rezistent	Direct retratabil	Direct retratabil
Rusia (CSI)	-	-	Direct rezistent	Direct metalabil	-
Egipt	Ismadye	Direct	Directfast	-	-
Belgia	Crompton	Tetradirect -	Superlitefast Tetradirect light	Tetracuivre -	- -
Austria	Bencolor	-	Durofast	-	-

Intensificarea vopsirii presupune utilizarea mediilor neapoase, activarea preliminară a materialului textil şi modificarea structurii fizice a polimerului. Pentru fixarea condiţiilor tehnologice de aplicare trebuie considerat volumul efectiv şi valoarea de saturaţie care depind de structura fizică a fibrei, tabelul 3.4.

În mediu apos, pentru intensificarea vopsirii se folosesc substanţe organice polare (etanolamine, etilceluloze) care formează în jurul anionului colorant un nor de solvatare şi umflă fibra, astfel încât după fixare se îndepărtează prin spălare şi colorantul îşi recapătă afinitatea faţă de fibră [3].

Tabelul 3.3 *Proprietăţile tehnologice şi coloristice ale coloranţilor direcţi*

Avantaje	Dezavantaje
Coloranţi direcţi obişnuiţi	
Economicitate Utilizare simplă Posibilitatea de combinare	Strălucire necorespunzătoare Rezistenţe necorespunzătoare ale vopsirilor
Coloranţi direct rezistenţi la lumină	
Utilizare simplă Stabilitate la lumină Comasarea albirii cu vopsirea	Slabe proprietăţi de egalizare Rezistenţe necorespunzătoare la tratamente umede

Tabelul 3.4 *Volumul efectiv al fibrelor celulozice, l/kg [1]*

Fibra	Volumul efectiv al fibrelor celulozice, l/kg calculat după sorbţia	
	vaporilor de apă	Crisofeninei
Bumbac	0,22	0,30
Bumbac mercerizat	0,26	0,50
Vâscoză	0,46	0,45
Cupro	0,37	0,65

Procedeele continue de aplicare cuprind: fulardarea - fixarea (prin uscare, prin aburire sau prin tratarea cu soluţii de electrolit) - tratamente finale (tabelul 3.5).

Prin procedeul fulardare-aburire se obţin vopsiri intense, uniforme. Celelalte variante se utilizează pentru obţinerea de vopsiri medii şi deschise.

3.2 Sistemul tinctorial fibre celulozice - coloranţi reactivi

Coloranţii reactivi (tabelul 3.6) simbolizaţi prin structura generală:

$$(s)_n\text{-C-L-P-}(x)_m$$

în care: s - grupe ce conferă colorantului solubilitate în apă (-OSO_3Na, -SO_3Na, -COONa); C - partea cromoforă; L - grupa de legătură (-NH-, -N(CH_3)-, -SO_2-NH-); P - purtător de atomi reactivi; x - atomul reactiv sau o grupă capabilă să se separe în urma interacţiunii colorant-fibră, sunt utilizaţi pentru colorarea diferitelor fibre textile.

Tabelul 3.5 ***Procedee continue de vopsire cu coloranţi direcţi***

Faza		Condiţii şi compoziţia flotei (g/l)	Procedeul		
			PAD-DRY	PAD-STEAM	PAD-WET
Impregnare		Colorant direct	10-50	10-50	10-50
		Agent de udare	1-2	1-2	1-2
		Electrolit	-	10	-
		Agent hidrotrop (uree)*	-	20-100	-
		Agent de complexare	1-2	1-2	1-2
		Agent alcalin	(1-2)	(1-2)	-
		Temperatura, °C	50-80	50-80	50-80
		Grad de preluare, %	90-110	80-100	80-100
Fixare		Aer cald, T(°C)/t(min)	80-110/3-5	-	-
		Abur saturat, t(°C)/t(min)	-	100-105/1-2	-
		Abur supraîncălzit, t(°C)/t(min)	-	170-180/0,5-1	-
		Electrolit (g/l)/T(°C)	-	-	10-20/75-80
Tratamente finale**	1,2	Temperatura, °C	40-50	40-50	40-50
	3,4	Aniofix D	20-40	20-40	20-40
		Acid acetic (60 %)	0,5-2	0,5-2	0,5-2
		Temperatura, °C	65-70	65-70	65-70

* vezi topiturile (capitolul 7); ** 1-4 - căzile maşinii de tratamente chimice.

Partea cromoforă cu grupele solubilizante influenţează: culoarea, solubilitatea, afinitatea faţă de fibră, capacitatea de difuzie, stabilitatea la lumină şi într-o măsură mai mică determină rezistenţa legăturii colorant-fibră. Grupa de legătură influenţează reactivitatea colorantului şi stabilitatea legăturii colorant-fibră în diferite condiţii. Partea reactivă (-Cl, -Br, -F, $-OSO_3H$) determină capacitatea de reacţie şi, uneori, solubilitatea. Purtătorul de atomi reactivi este veriga de legătură dintre colorant şi fibră [4] şi influenţează stabilitatea vopsirilor la tratamente umede. În procesul de vopsire se desfăşoară concomitent reacţiile colorant-fibră cu formarea legăturii covalente şi de hidroliză, fig. 3.1. În reacţia colorant - fibră participă în proporţie de 75-80 % grupele hidroxilice primare şi 20-25 % cele secundare, explicându-se astfel stabilitatea legăturii covalente la hidroliza acidă. În mod obişnuit, reacţia de hidroliză a colorantului ar trebui

Tabelul 3.6 *Tipuri comerciale de coloranţi reactiv*

Denumirea chimică	Simbol	Denumirea comercială	Ţara	Firma
Diclor-triazinici	DCT	Reactiv X Ostazin S Procion MX Gelatin F Bazilin M	Rusia Cehia Anglia Polonia Germania	- Chemapol ICI - BASF
Difluorclorpirimidinici	DFCP	Drimaren R; K Levafix EA, PA	Elveţia Germania	Sandoz Bayer
Monofluortriazinici	MFT	Cibacron F Levafix EN	Elveţia Germania	Ciba Bayer
Triclorpirimidinici	TCP	Levafix Cibacron TE	Germania Elveţia	Bayer Ciba
Diclorchinoxalici	DCC	Levafix E	Germania	Bayer
Monoclortriazinici	MCT	Reactivi Ostazin H Helactin Xiron Procion H, HE, HEXL Cibacron E, P Bazilen E, P Reactiv M Drimaren P	Rusia Cehia Polonia Germania Anglia Elveţia Germania România Elveţia	- Chemapol - - ICI Ciba BASF Codlea Sandoz
Halogenacilici	HA	Cibalan	Elveţia	Ciba
Vinilsulfonici	VS	Reactiv T Ostazin Helactin Remazol Remalan	Rusia Cehia Polonia Germania S.U.A.	- Chemapol - Hoechest -
Vinilosulfamidici	VSA	Levafix	Germania	Bayer
Acrilamidici	AA	Primazin Cibacrolan	Germania Elveţia	BASF Ciba
Epoxidici	EO	Procinayl	Anglia	ICI
Epiclorhidrinici	ECH	Reactiv P	Rusia	-
α clor, β hidroxi	CHCH	Dispersie reactivi	Rusia	-

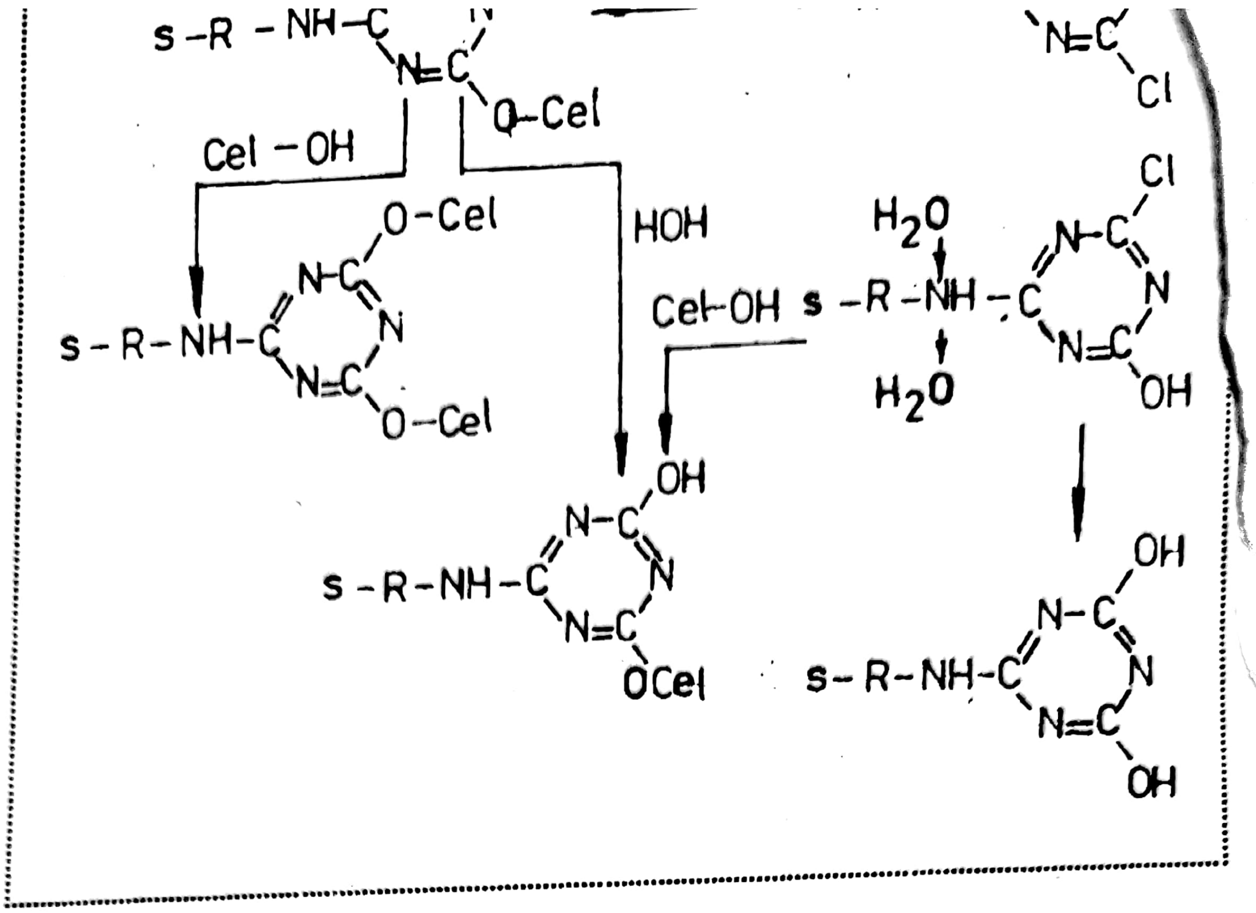


Fig. 3.1 Reacţii posibile în sistemul tinctorial fibre celulozice - coloranţi reactivi

să se desfăşoare mult mai repede decât reacţia heterogenă colorant-fibră. Totuşi, aproximativ 70-80 % din colorant reacţionează cu fibra deoarece [5]:

1. concentraţia colorantului în fibră este mai mare decât în mediul extern;
2. concentraţia grupelor hidroxilice ionizate din fibră este mai mare decât concentraţia anionului hidroxil provenit din hidroliza apei;
3. împiedicările sterice în fibră exclud hidroliza colorantului sorbit, fig. 3.2.

Procedeele continue se conduc astfel încât în stadiul impregnării materialului textil cu soluţia ce conţine colorantul reactiv să se excludă posibilitatea de hidroliză şi să se îmbunătăţească difuzia. Aceste obiective se asigură printr-o alcalinitate redusă a soluţiei de impregnare şi prin folosirea activatorilor de difuzie. În stadiul fixării colorantului trebuie îndepărtată rapid umiditatea din materialul textil astfel ca reacţia utilă

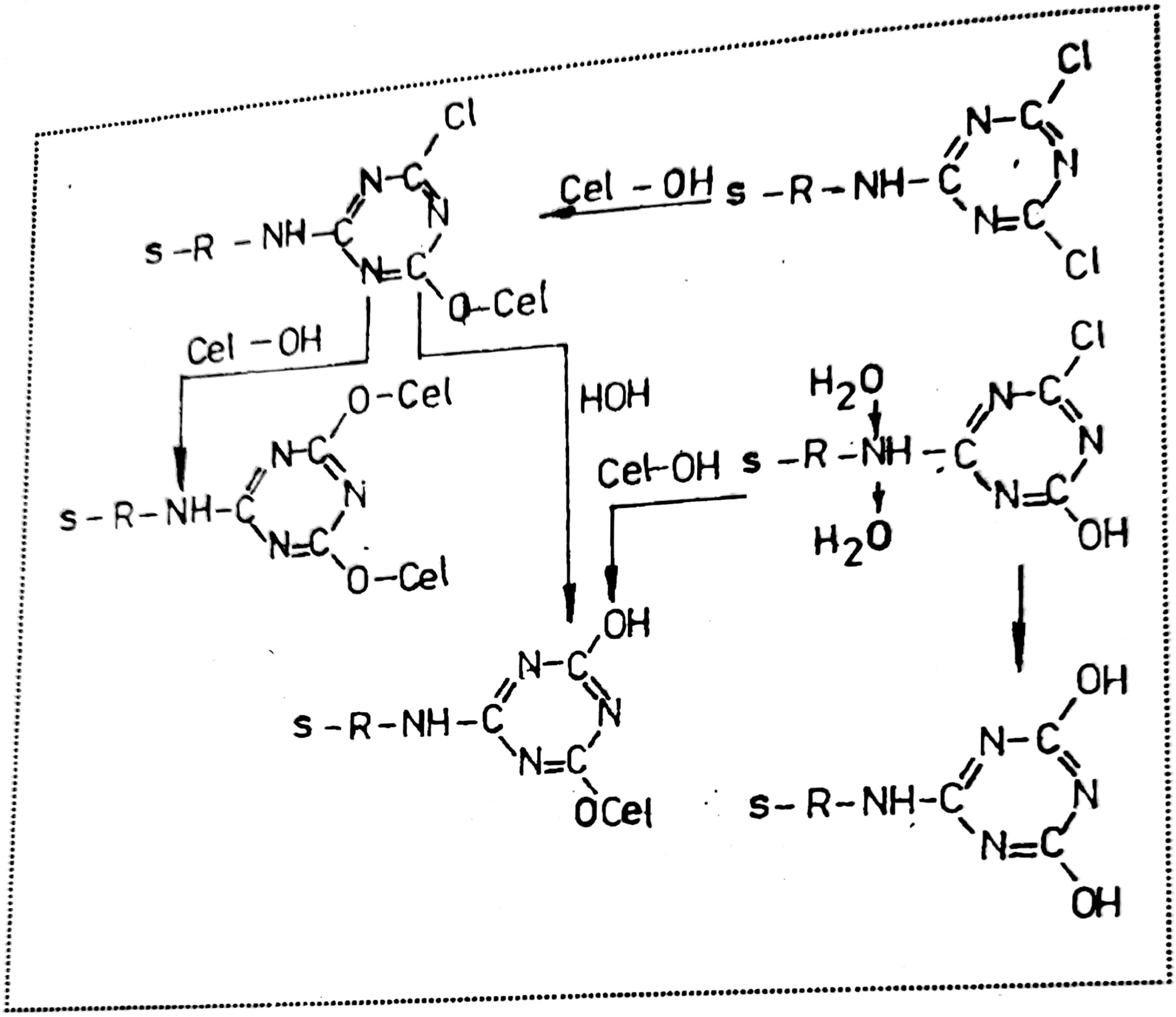


Fig. 3.1 Reacţii posibile în sistemul tinctorial fibre celulozice - coloranţi reactivi

să se desfăşoare mult mai repede decât reacţia heterogenă colorant-fibră. Totuşi, aproximativ 70-80 % din colorant reacţionează cu fibra deoarece [5]:

1. concentraţia colorantului în fibră este mai mare decât în mediul extern;

2. concentraţia grupelor hidroxilice ionizate din fibră este mai mare decât concentraţia anionului hidroxil provenit din hidroliza apei;

3. împiedicările sterice în fibră exclud hidroliza colorantului sorbit, fig. 3.2.

Procedeele continue se conduc astfel încât în stadiul impregnării materialului textil cu soluţia ce conţine colorantul reactiv să se excludă posibilitatea de hidroliză şi să se îmbunătăţească difuzia. Aceste obiective se asigură printr-o alcalinitate redusă a soluţiei de impregnare şi prin folosirea activatorilor de difuzie. În stadiul fixării colorantului trebuie îndepărtată rapid umiditatea din materialul textil astfel ca reacţia utilă să se desfăşoare în mediu neapos şi la temperatură ridicată. Particularitatea procedeelor de fixare la temperatură înaltă constă în aceea că reacţia

$$\text{Cel-OH} + \text{x-R} \rightleftarrows \text{Cel-O-R} + \text{Hx}$$

se desfăşoară în fază solidă, când colorantul este deja fixat în fibră prin forţe fizice sau o parte se află în topitura de uree, fig. 3.3. Prin urmare, reacţia se poate desfăşura numai cu participarea grupelor hidroxilice libere sau cele implicate în legături de hidrogen de tărie medie sau mică.

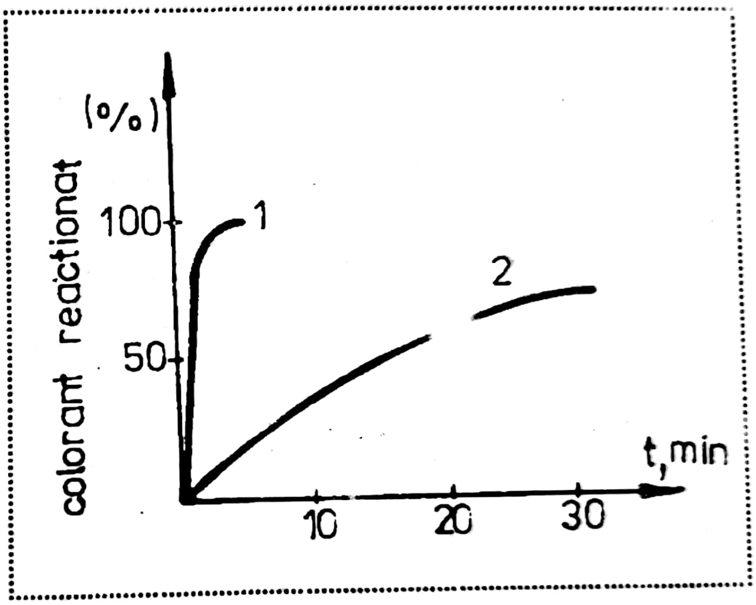


Fig. 3.2 Viteza de interacţiune a colorantului reactiv cu celuloza (1) şi cu apa (2).

Cinetica reacţiei de mai sus poate fi reprezentată prin acuaţia:

$$- dx/dt = k_0 \cdot c_{OH}^{\,n} \cdot c_f^{\,m} \cdot c_A^{\,-p}$$

în care:

k_0 - constanta vitezei de reacţie;

c_{OH} - concentraţia grupelor hidroxilice din celuloză, libere sau implicate în legături de hidrogen de tărie medie sau mică;

c_f - concentraţia colorantului fixat în fibră prin forţe fizice;

c_{A^-} - concentraţia anionilor (OH^-, HCO_3^-, CO_3^{2-}).

Dacă se consideră constante c_{OH}, c_{A^-}, atunci $k = k_0 \cdot c_{OH}^{\,n} \cdot c_A^{\,-m}$ şi ecuaţia devine [6]:

$$- dx/dt = k \cdot c_f^{\,m}$$

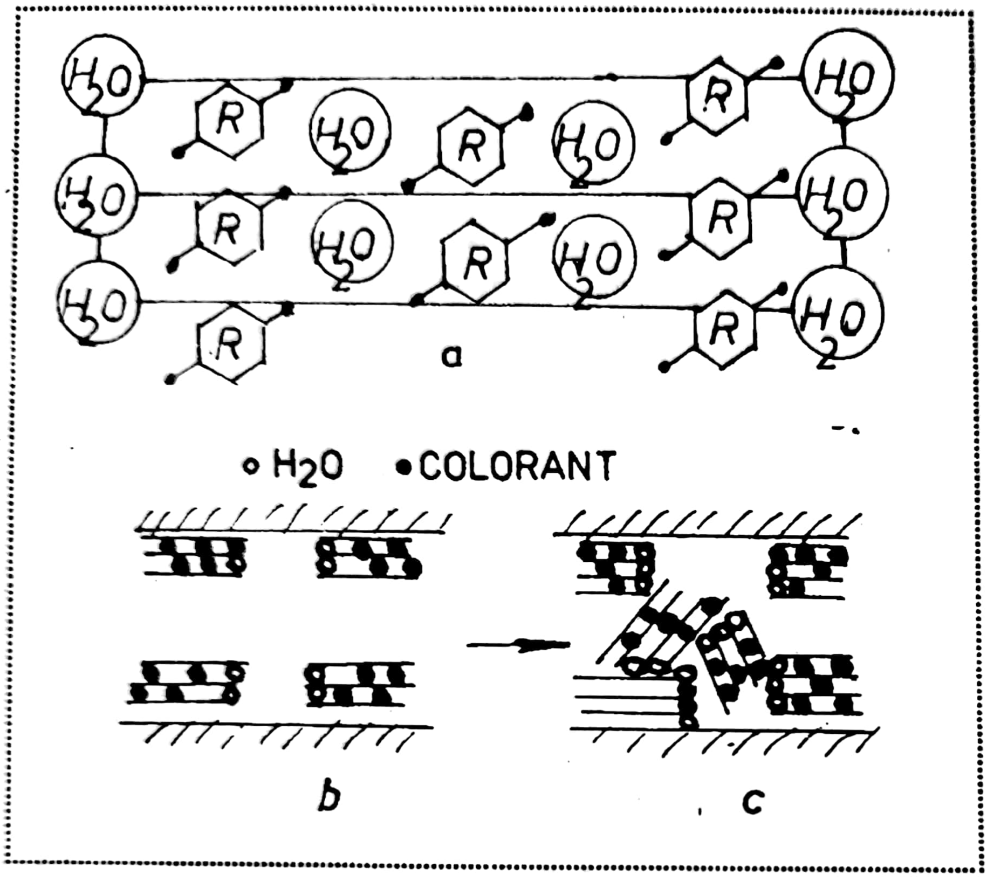
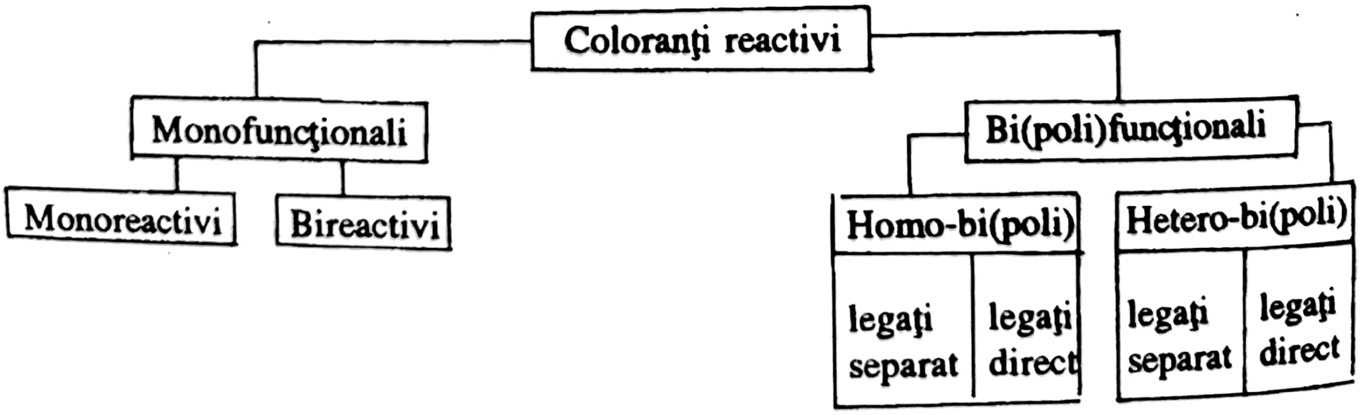

R
H2O
a
○ H₂O ● COLORANT
b
c

Fig. 3.3 Schema formării fazei solide de colorant reactiv în porii fibrei a. Reţea formată din molecule de colorant şi apă b. Agregate sorbite fizic c. Colorant fixat covalent (● - colorant; ○ - apă).

Constanta efectivă a vitezei de reacţie depinde de structura fizică a celulozei şi de pH-ul mediului. De precizat că interacţiunea coloranţilor reactivi cu celuloza în condiţiile termofixării se supune unei cinetici de ordinul I [7]. În prezenţa ureei, constanta efectivă de interacţiune, k, creşte de 2,5-5 ori şi ca urmare se măresc viteza şi gradul de fixare, îmbunătăţindu-se astfel indicii de rezistenţă ai vopsirii, fig. 3.4.

În ultimul timp s-au sintetizat coloranţi reactivi moderni care pot fi încadraţi în schema generală de mai jos şi care se pot aplica cu uşurinţă prin procedeele cu fulardare [8].


Coloranţi reactivi
Monofuncţionali
Monoreactivi
Bireactivi
Bi(poli)funcţionali
Homo-bi(poli)
legaţi separat
legaţi direct
Hetero-bi(poli)
legaţi separat
legaţi direct

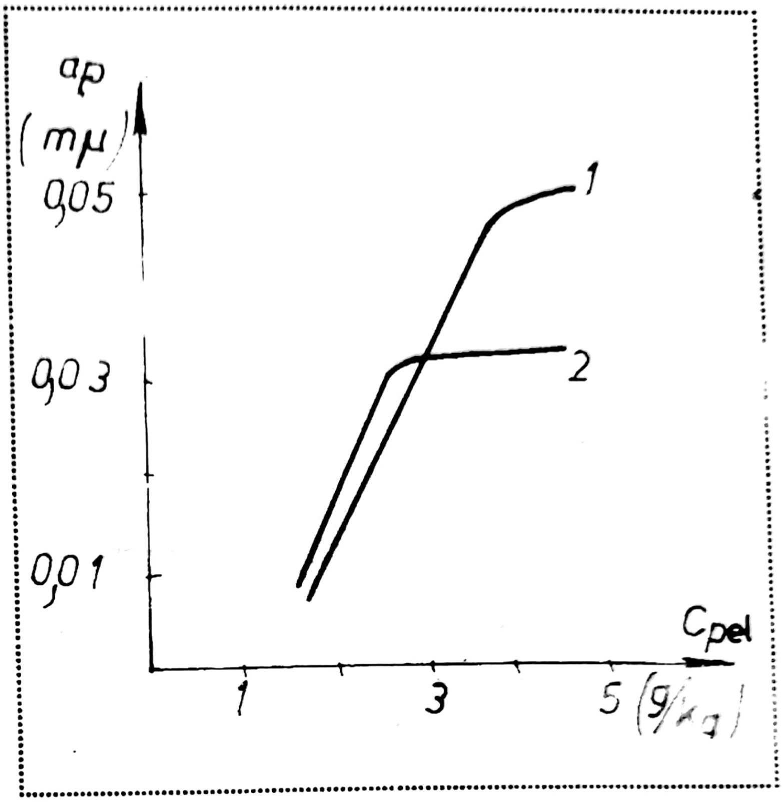
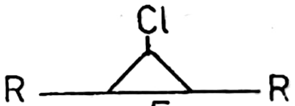


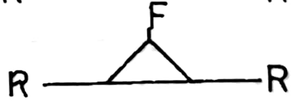
Fig. 3.4 Diametrul microparticulelor de colorant reactiv în pelicula de celofan nesupusă tratării termice (1) şi termotratată după vopsire (2).

Coloranţii reactivi monofuncţionali pot fi [9]:

a) cu un centru reactiv

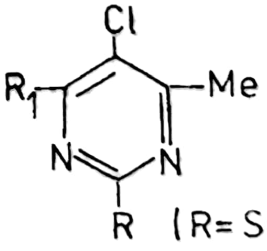
Monoclortriazinici


MCT

Monofluortriazinici


MFT

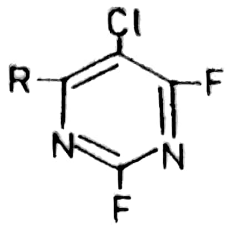
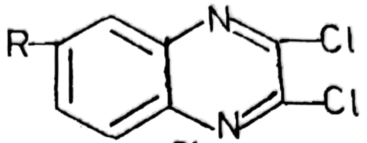
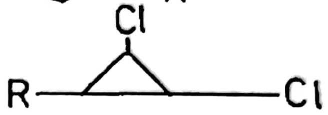
Vinilsulfonici $R-SO_2-CH=CH_2$ VS

Metilsulfon-clor-metilpirimidinici


(R= SO-CH_3) mSCmP

Fluor-clor metilpirimidinici R=F MFMCmP

b) cu două centre reactive

Difluorclorpirimidinici		**DFCP**
Diclorchinoxalinici		**DCC**
Diclortriazinici		**DCT**

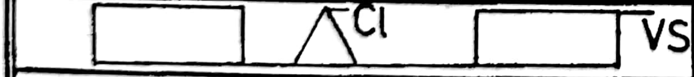
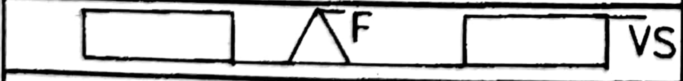
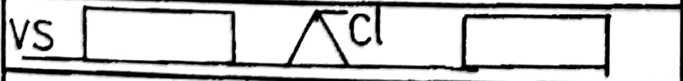
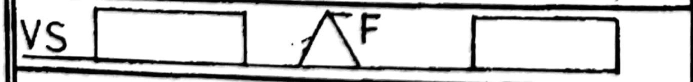
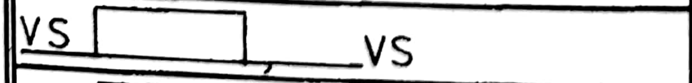
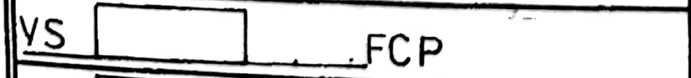
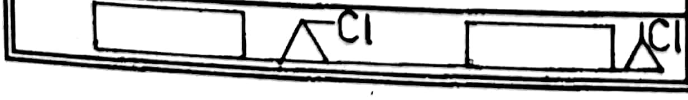
Coloranţii bifuncţionali pot fi formaţi din următoarele combinaţii:

Monoclortriazinici/Monoclortriazinici	**MCT/MCT**
Monoclortriazinici/Vinilsulfonici	**MCT/VS**
Vinilsulfonici/Vinilsulfonici	**VS/VS**
Monofluortriazinici/Vinilsulfonici	**MFT/VS**
Difluorclorpirimidinici/Vinilsulfonici	**DFCP/VS**

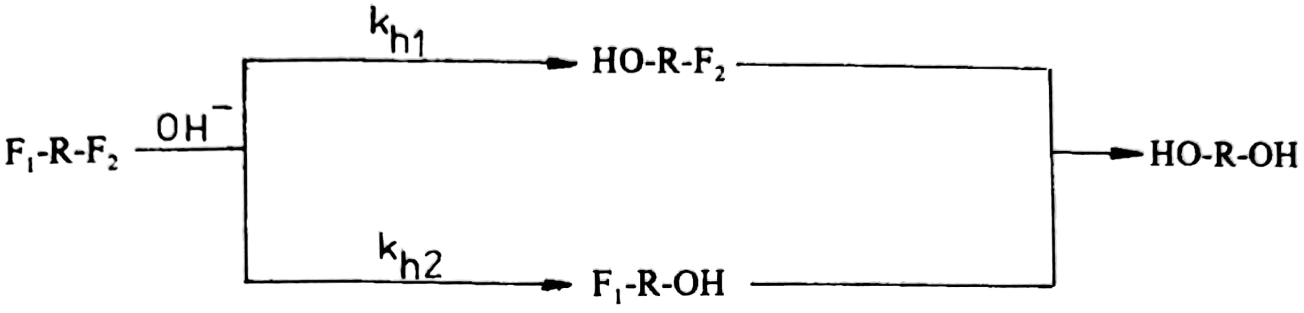
Un colorant trifuncţional s-ar putea reprezenta astfel:

Monoclortriazinic/Vinilsulfonic/Vinilsulfonic	**MCT/VS/VS**

Prin utilizarea coloranţilor bifuncţionali creşte considerabil gradul de fixare (%) conform schemei de mai jos [8]:

(3) (1) (2)	monofuncţional	bifuncţional	
	(1)	(1) + (2)	(1) + (3)
	48	79	-
	70	82	-
	35	-	74
	66	-	93
	65	-	92
	80	-	92
	48	78	-

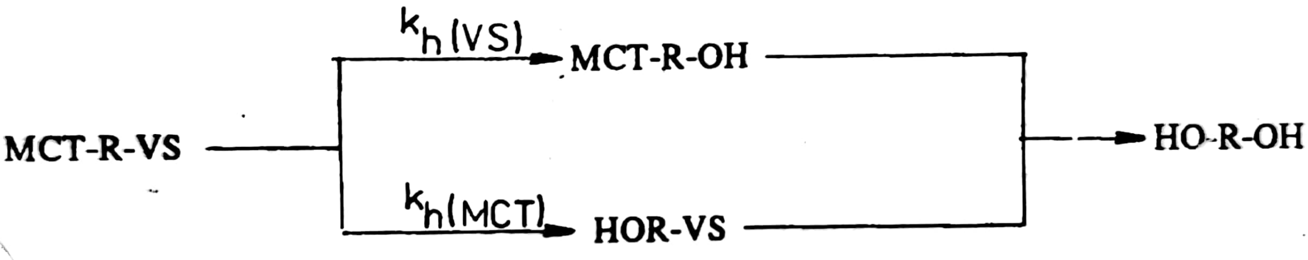
Coloranţii bifuncţionali, F_1-R-F_2, hidrolizează conform schemei:


F_1-R-F_2
OH^-
k_{h1}
HO-R-F_2
k_{h2}
F_1-R-OH
HO-R-OH

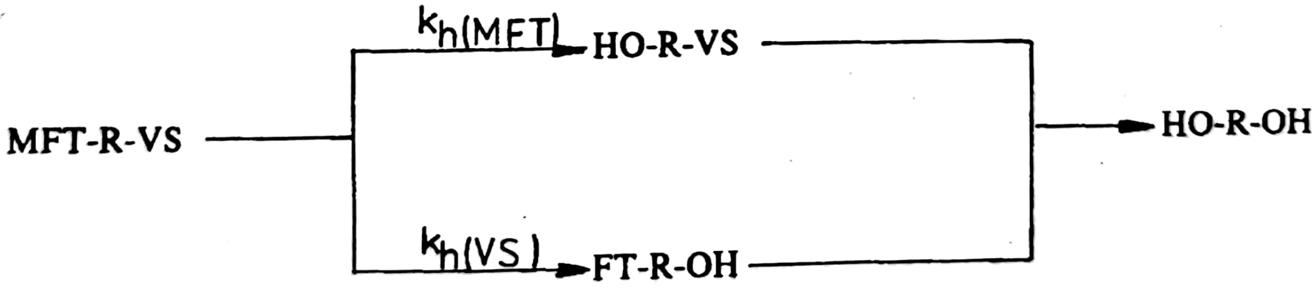
şi rezultă constanta generală de hidroliză:

$$k_h = kh_1 + kh_2$$

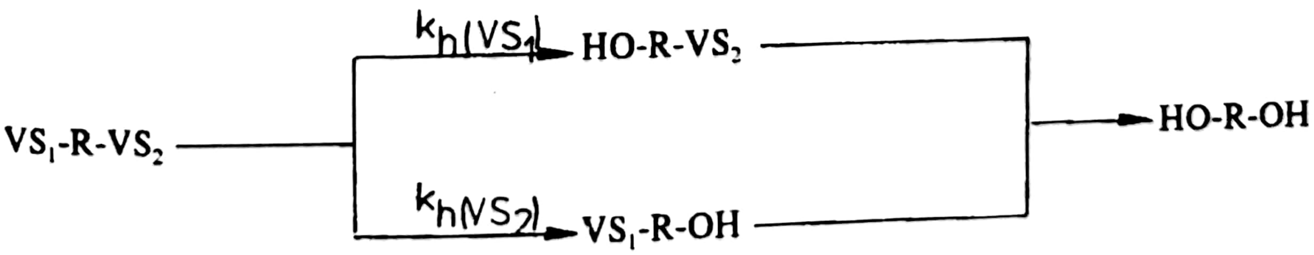
Raportul constantelor de hidroliză depinde de sistemul reactiv:

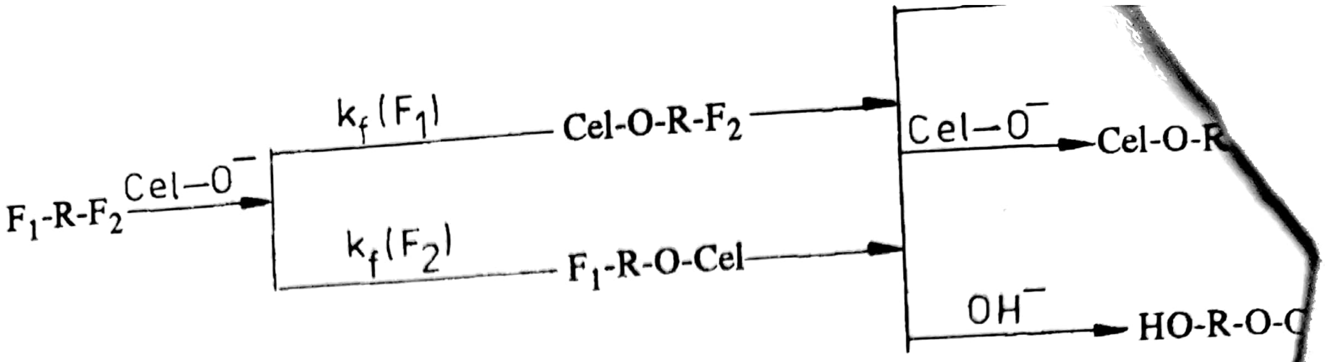

MCT-R-VS
k_h(VS)
MCT-R-OH
k_h(MCT)
HOR-VS
HO-R-OH

$$k_h(VS) >> k_h(MCT)$$


MFT-R-VS
k_h(MFT)
HO-R-VS
k_h(VS)
FT-R-OH
HO-R-OH

$$k_h(MFT) > k_h(VS)$$


VS_1-R-VS_2
$k_h(VS_1)$
HO-R-VS_2
$k_h(VS_2)$
VS_1-R-OH
HO-R-OH



Gradul de hidroliză al coloranţilor reactivi bifuncţionali scade de aproximat ori comparativ cu gradul de hidroliză al unui colorant monofuncţional conf exemplului de mai jos:

R-F		F_1-R-F_2			
25 %	75 %	25 %		75 %	
R-OH	R-O-Cel	HO-R-F_2		Cel-O-R-F_2	
		25 %	75 %	25 %	75 %
		HO-R-OH	HO-R-O-Cel	Cel-O-R-OH	Cel-O-R-O-Cel

* Colorant hidrolizat: 25 % / 5 %; Colorant fixat: 75 % / 94 %.

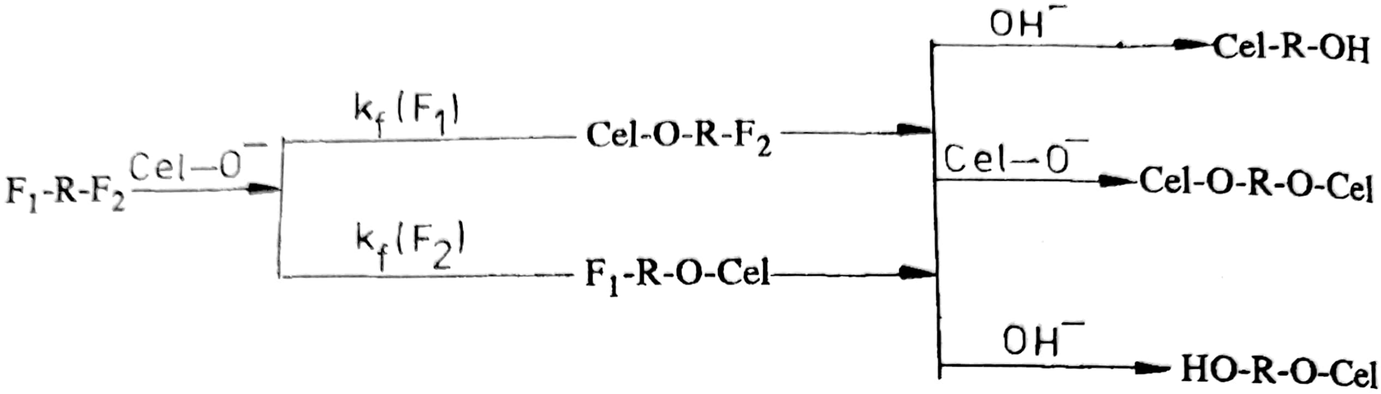
Aplicarea coloranţilor polifuncţionali se face prin următoarele procedee: pad-batch, pad-steam, pad-dry-steam, pad-thermofix [9], obţinându-se grade de fixare mai mari de 90 %.

În Rusia, se produc trei tipuri de coloranţi reactivi: cu indice X (diclortriazinici - DCT), fără indice (monoclortriazinici - MCT) şi cu indice T (vinilsulfonici -VS). În tabelele 3.7 - 3.12 se prezintă procedeele continue de aplicare a acestor coloranţi [10]:

Pentru vopsirea prin fulardare-termofixare cu coloranţi româneşti reactivi M (MCT) se aplică următoarele faze: fulardarea (grad de preluare 60-70 % pentru ţesături din bumbac şi 80-90 % pentru celuloză regenerată; temperatura flotei 20-80 °C; compoziţia flotei: x g/l colorant, 50-200 g/l uree, 10-20 g/l carbonat de sodiu anhidru), uscarea, fixarea (4 minute la 140 °C sau 2 minute la 160 °C sau cu apă rece şi apă fierbinte, săpunirea la fierbere cu 1-2 g/l Romopal LN sau Romopal RNS.

$$k_h(VS_1) = k_h(VS_2)$$

Pentru un colorant bifuncţional, reacţia cu celuloza poate fi schematizată astfel:



Gradul de hidroliză al coloranţilor reactivi bifuncţionali scade de aproximativ 4 ori comparativ cu gradul de hidroliză al unui colorant monofuncţional conform exemplului de mai jos:

R-F		F_1-R-F_2			
25 %	75 %	25 %		75 %	
R-OH	R-O-Cel	HO-R-F_2		Cel-O-R-F_2	
		25 %	75 %	25 %	75 %
		HO-R-OH	HO-R-O-Cel	Cel-O-R-OH	Cel-O-R-O-Cel

* Colorant hidrolizat: 25 % / 5 %; Colorant fixat: 75 % / 94 %.

Aplicarea coloranţilor polifuncţionali se face prin următoarele procedee: pad-batch, pad-steam, pad-dry-steam, pad-thermofix [9], obţinându-se grade de fixare mai mari de 90 %.

În Rusia, se produc trei tipuri de coloranţi reactivi: cu indice X (diclortriazinici - DCT), fără indice (monoclortriazinici - MCT) şi cu indice T (vinilsulfonici -VS). În tabelele 3.7 - 3.12 se prezintă procedeele continue de aplicare a acestor coloranţi [10]:

Pentru vopsirea prin fulardare-termofixare cu coloranţi româneşti reactivi M (MCT) se aplică următoarele faze: fulardarea (grad de preluare 60-70 % pentru ţesături din bumbac şi 80-90 % pentru celuloză regenerată; temperatura flotei 20-80 °C; compoziţia flotei: x g/l colorant, 50-200 g/l uree, 10-20 g/l carbonat de sodiu anhidru), uscarea, fixarea (4 minute la 140 °C sau 2 minute la 160 °C sau cu apă rece şi apă fierbinte, săpunirea la fierbere cu 1-2 g/l Romopal LN sau Romopal RNS.

Tabelul 3.7

Procedeul Pad-dry

Compoziția flotei (g/l) și parametrii tehnologici		Indicele colorantului	
		X (DCT)	T (VS)
Impregnarea			
Colorant		1-30	1-20
Agent de udare		1-2	1-2
Uree		50-100	50-100
Reducător (oxidant NBS)		-	8-10
Clorură de sodiu		10-20	10-20
Carbonat de sodiu		10-20	10-30
Carbonat acid de sodiu		10-30	-
Temperatura de impregnare, °C		20-25	20-25
Grad de preluare, %		60-80	60-80
Uscarea		Durata de uscare (min)	
Temperatura aerului, °C	110	1-1,5	4-5
	120	-	3-4
	130	-	2-3
	140	-	1,5-2

Tabelul 3.8

Procedeul Pad-steam (* ml/l)

Compoziția flotei (g/l sau ml/l) și parametrii tehnologici	Indicele colorantului	
	X (DCT)	T (VS)
Impregnarea		
Colorant	1-30	1-30
Agent de udare	1-2	1-2
Uree	-	100
Clorură de sodiu	-	30
Carbonat acid de sodiu	5-10	-
Hidroxid de sodiu (32,5 %)*	-	10-20
Temperatura de impregnare, °C	20-25	20-25
$T_{aburire}$ (°C) / $t_{aburire}$ (s)	102-105 / 20-30	102-105 / 30-120

Tabelul 3.9 ***Procedeul Pad-dry-steam***

Compoziția flotei (g/l) și parametrii tehnologici	Indicele colorantului		
	X (DCT)	T (VS)	- (MCT)
Impregnarea			
Colorant	1-100	1-100	1-100
Agent de udare	1-2	1-2	1-2
Uree	100-150	50-150	50-150
Reducător (Oxidant NBS)	10-15	10	5-10
Carbonat de sodiu	-	6-12	10-20
Carbonat acid de sodiu	5-10	-	-
Temperatura de impregnare, °C	20-25	20-25	20-25
Gradul de preluare, %	60-80	60-80	60-80
Uscarea			
Temperatura materialului, °C	70-80	70-80	70-80
Umiditatea, %	18-25	18-25	18-25
Aburirea			
Temperatura mediului, °C	102-105	102-105	102-105
Durata, min	0,3-0,5	3-7	3-10

3.3 Sistemul tinctorial fibre celulozice - coloranți de cadă

Tehnologia clasică de aplicare a coloranților de cadă (tabelul 3.13) insolubili și nesubstantivi în forma inițială, au structura generală $R(CO)_n$, cuprinde: reducerea în mediu alcalino-reducător cu formarea leucoderivatului sodic, $R(CONa)_n$, solubil și substantiv; adsorbția unidirecțională a formei reduse (80-95 % din cantitatea inițială în 5-10 minute) și difuzia în fibră; oxidarea la forma inițială, insolubilă; agregarea și/sau cristalizarea în fibră.

Insolubilizarea prin oxidare / Solubilizarea prin reducere

$$R = C = O \xrightleftharpoons[[O]/(H^+)]{[H]/(OH^-)} R \equiv C - OH \xrightleftharpoons[H_2O/(H^+)]{NaOH} R \equiv C - ONa$$

Tabelul 3.10

Procedeul Pad-dry-pad-steam

Compoziţia flotei (g/l) şi parametrii tehnologici	Indicele colorantului		
	X (DCT)	T (VS)	- (MCT)
Impregnarea			
Colorant	1-50	1-50	1-50
Agent de udare	1-2	1-2	1-2
Uree	50-100	10-50	10-50
Reducător (Oxidant NBS)	5-10	5-10	5-10
Temperatura de impregnare, °C	20-25	20-25	20-25
Gradul de preluare, %	60-80	60-80	60-80
Uscarea			
Temperatura materialului, °C	70-80	70-80	70-80
Umiditatea, %	18-25	18-25	18-25
Impregnarea			
Clorură de sodiu	250	250	250
Hidroxid de sodiu (32,5 %)	10-20	20	25-30
Temperatura flotei, °C	20-25	20-25	20-25
Aburirea			
Temperatura, °C	102-105	102-105	102-105
Durata, s	15-20	20-30	60-75

Pentru reducerea coloranţilor de cadă este obligatoriu ca potenţialul căzii (PC) să fie mai mare decât potenţialul leuco (PL) care prezintă valori cuprinse între 700 şi 900 mV. În acest scop se utilizează diferiţi reducători, tabelul 3.14, obţinându-se forma solubilă a colorantului.

Structura chimică a participanţilor în sistemul redox, condiţiile de reacţie (temperatura, pH-ul, concentraţia), gradul de dispersie al pigmentului influenţează viteza reacţiei heterogene de reducere.

Afinitatea leucoderivatului sodic faţă de fibră creşte cu mărirea masei moleculare şi a numărului de duble legături conjugate. Leucoderivatul sodic adsorbit difuzează în structura umflată a fibrei şi este reţinut prin forţe Van der Waals şi prin legături de hidrogen.

Tabelul 3.11 *Procedeul Pad-dry-termofix*

Compoziţia flotei (g/l) şi parametrii tehnologici		Indicele colorantului		
		X (DCT)	T (VS)	- (MCT)
Impregnarea				
Colorant		1-50	1-50	1-50
Agent de udare		1-2	1-2	1-2
Uree		50-200	100	200
Carbonat acid de sodiu		10	-	-
Carbonat de sodiu		-	10-30	10-20
Temperatura flotei, °c		20-25	20-25	20-25
Grad de preluare, %		60-80	60-80	60-80
Uscarea				
Temperatura, °C		90-110	90-110	90-110
Termofixarea		Durata, min		
Temperatura, °C	120	3	3-4	-
	140	2	1,5	4
	150	1	-	3-4
	160	-	-	3
	180	-	-	1
	200	-	-	0,5

Tabelul 3.12 *Tratamentele finale după fixarea coloranţilor reactivi*

Utilajul Maşina de tratamente chimice cu căzi multiple	Compoziţia flotei (g/l)	Temperatura, °C
Cada 1	Apă rece	20-25
2	Apă caldă	40-50
3	Apă fierbinte	70-80
4, 5	Agent neionogen 2 Tripolifosfat de sodiu 2	90-100
6, 7	Apă fierbinte	70-80
8	Apă rece	18-25

Tabelul 3.13 *Tipuri comerciale de coloranţi de cadă şi cvosoli.*

Ţara	Firma	Cadă	Cuvosol
Polonia	-	Helanthren	Helasol
Cehia	Chemapol	Ostranhtren	-
Anglia	ICI	Caledon	Seledon
Italia	ACNA	Romanhtren	Solidol
S.U.A.	Du Pont	Sulfhantren	Pontosol
Franţa	Francolor	Solanhtren	Solasol
Germania	Höchst	Indahtren	Anthrasol
Germania	Bayer	Indahtren	Anthrasol
Germania	BASF	Indahtren	Anthrasol
Germania	BASF	Indigo	-
Germania	BASF	Indigo brillant	-
Elveţia	Ciba-Geigy	Cibanon	Cibatin
Elveţia	Ciba-Geigy	Ciba	-
Egipt	Ismadye	Ismathren	-
Elveţia	Ciba-Geigy	Tina	Tinosol
Elveţia	Sandoz	Sandothren	Sandosol
Japonia	-	Mikenthren	-
Rusia	-	de cadă (culoarea)	-
Rusia	-	Thioindigo	-
România	Codlea	de cadă	-

Tabelul 3.14 *Valorile potenţialului reducător*

Reducătorul	E (- mV)	
	Temperatura, °C	
	20	80
Hidrosulfit de sodiu ($Na_2S_2O_4$)	800	1080
Rongalita ($NaHSO_2 \cdot CH_2O$)	380	680
Dioxid de tiouree ($(NH_2)_2C=SO_2$)	1040	1180

Prin oxidare colorantul poate trece în formele α sau β pe baza cărora se explică modificarea culorii prin săpunire la temperatură ridicată. Înainte de săpunire, în fibră predomină forma α, iar ulterior, trece în forma β, fig. 3.5.

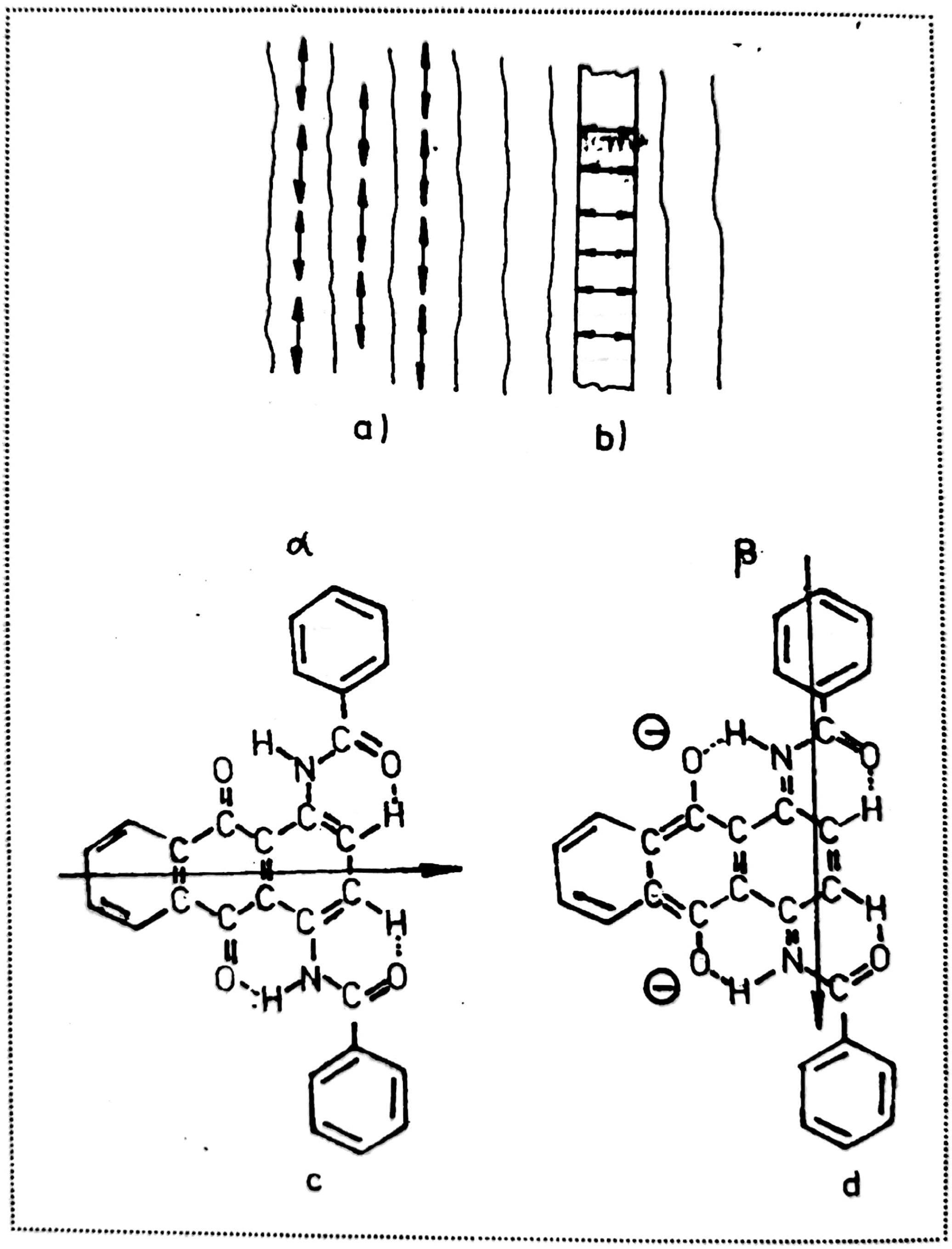


Fig. 3.5 Schema amplasării moleculelor de colorant de cadă în fibră înainte (a) şi după săpunire (b) şi diferite direcţii de cristalizare (c şi d).

Funcţie de temperatură, durată şi natura agentului de săpunire, modificările nuanţei şi indicilor de rezistenţă ai vopsirii se explică prin:

1. regruparea moleculelor oxidate şi mărirea cristalelor interne;
2. modificarea structurii cristaline şi dezvoltarea polimorfismului;
3. modificarea conţinutului de molecule cis-trans şi, implicit, schimbarea polarităţii;
4. gradul diferit de orientare a lanţurilor macromoleculare.

La adsorbţie şi după oxidare, moleculele de colorant se orientează de-a lungul axei fibrei. După săpunire, moleculele se modifică într-o poziţie perpendiculară pe axa fibrei. Creşterea cristalelor are loc de-a lungul axei fibrei. Căldura şi umiditatea joacă un rol important în procesul de cristalizare localizat în volumul porilor, în condiţii normale de săpunire. La durate mari şi temperaturi ridicate de săpunire se produce expulzarea cristalelor către suprafaţa fibrei, obţinându-se modificarea nuanţei, rezistenţelor la frecare şi la tratamente umede [11].

Coloranţii de cadă pot fi aplicaţi prin procedee continue (fig. 3.6.).

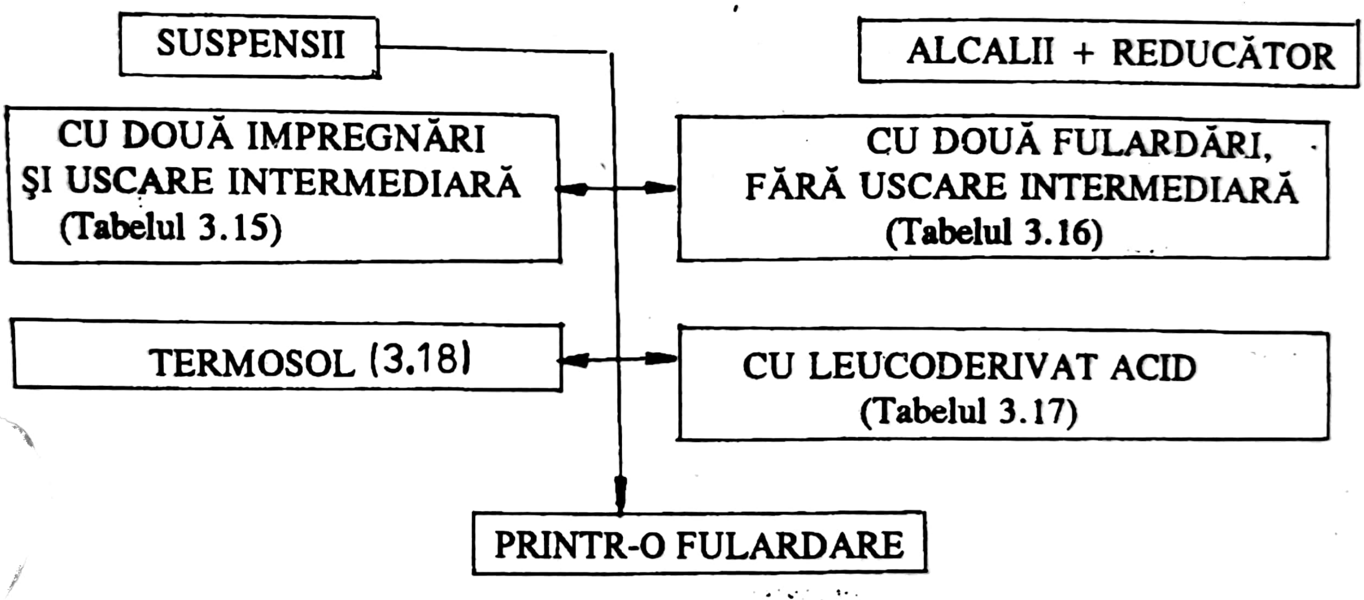

SUSPENSII
ALCALII + REDUCĂTOR
CU DOUĂ IMPREGNĂRI ŞI USCARE INTERMEDIARĂ (Tabelul 3.15)
CU DOUĂ FULARDĂRI, FĂRĂ USCARE INTERMEDIARĂ (Tabelul 3.16)
TERMOSOL (3.18)
CU LEUCODERIVAT ACID (Tabelul 3.17)
PRINTR-O FULARDARE

Fig. 3.6 Procedee continue de aplicare a coloranţilor de cadă

Procedeul de aplicare în două faze a suspensiei de colorant, tabelul 3.15, cuprinde: impregnarea la temperatura de 40-50 °C cu asigurarea unei distribuţii uniforme a pigmentului în materialul textil la un grad de preluare avansat (60-70 %), uscarea uniformă (60-70 °C în zona I şi 100-110 °C în zona II) asigurată prin utilizarea unui antimigrant (alginat de sodiu - Manutex, Lamitex), impregnarea cu soluţia de reducere a cărei compoziţie este dependentă de cantitatea de colorant de pe ţesătură (fig. 3.7, 3.8, 3.9), aburirea, oxidarea, săpunirea.

Tabelul 3.15

Procedeul de vopsire continuă a ţesăturilo
cu suspensia colorantului de cadă şi uscare in

Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l) şi param
Impregnarea		Colorant 30 **Antimigrant** Temperatura 45 °C Grad de preluare 70 %
Uscarea zona I		Temperatura 75 °C
Uscarea zona II		Temperatura 100 °C
Reducerea		Hidroxid de sodiu, fig. 3.7 Hidrosulfit de sodiu, fig. 3.8 Electrolit, fig. 3.9 Temperatura 18-20 °C Grad de preluare 80 %
Aburirea		Temperatura 102-108 °C Durata 60 s
Oxidarea		Pasaj în aer
Spălarea Săpunirea	1 2, 3 4, 7	Apă rece Temperatura 10-25 °C Soluţie de săpunire Temperatura 85-90 °C Apă caldă Temperatura 50-60 °C

Varianta cu suspensie, fără uscare intermediară, se poate aplica pe o linie formată din două fularde, cameră de aburire şi maşină de tratamente chimice cu căzi multiple (tabelul 3.16). Cantităţile de hidroxid de sodiu şi de hidrosulfit de sodiu necesare pentru reducere se asigură prin diferenţa gradelor de preluare ale celor două fulardări şi prin efectuarea unui pasaj în aer. În timpul pasajului în aer, fibra se umflă şi absoarbe flota depusă în prima fulardare, asigurându-se astfel preluarea flotei de reducere. Deoarece intermediar nu se efectuează uscarea, migrarea este diminuată. Cu toate că se realizează economii de apă, energie şi muncă fizică, prin acest procedeu nu se obţin vopsiri intense, iar acumularea de suspensie în flote de reducere îngreunează conducerea raţională a procesului.

Tabelul 3.15

Procedeul de vopsire continuă a țesăturilor de bumbac cu suspensia colorantului de cadă și uscare intermediară

Operația		**Compoziția soluției (g/l sau ml/l) și parametrii**
Impregnarea		Colorant 30 **Antimigrant** Temperatura 45 °C Grad de preluare 70 %
Uscarea zona I		Temperatura 75 °C
Uscarea zona II		Temperatura 100 °C
Reducerea		Hidroxid de sodiu, fig. 3.7 Hidrosulfit de sodiu, fig. 3.8 Electrolit, fig. 3.9 Temperatura 18-20 °C Grad de preluare 80 %
Aburirea		Temperatura 102-108 °C Durata 60 s
Oxidarea		Pasaj în aer
Spălarea Săpunirea	1 2, 3 4, 7	Apă rece Temperatura 10-25 °C Soluție de săpunire Temperatura 85-90 °C Apă caldă Temperatura 50-60 °C

Varianta cu suspensie, fără uscare intermediară, se poate aplica pe o linie formată din două fularde, cameră de aburire și mașină de tratamente chimice cu căzi multiple (tabelul 3.16). Cantitățile de hidroxid de sodiu și de hidrosulfit de sodiu necesare pentru reducere se asigură prin diferența gradelor de preluare ale celor două fulardări și prin efectuarea unui pasaj în aer. În timpul pasajului în aer, fibra se umflă și absoarbe flota depusă în prima fulardare, asigurându-se astfel preluarea flotei de reducere. Deoarece intermediar nu se efectuează uscarea, migrarea este diminuată. Cu toate că se realizează economii de apă, energie și muncă fizică, prin acest procedeu nu se obțin vopsiri intense, iar acumularea de suspensie în flote de reducere îngreunează conducerea rațională a procesului.

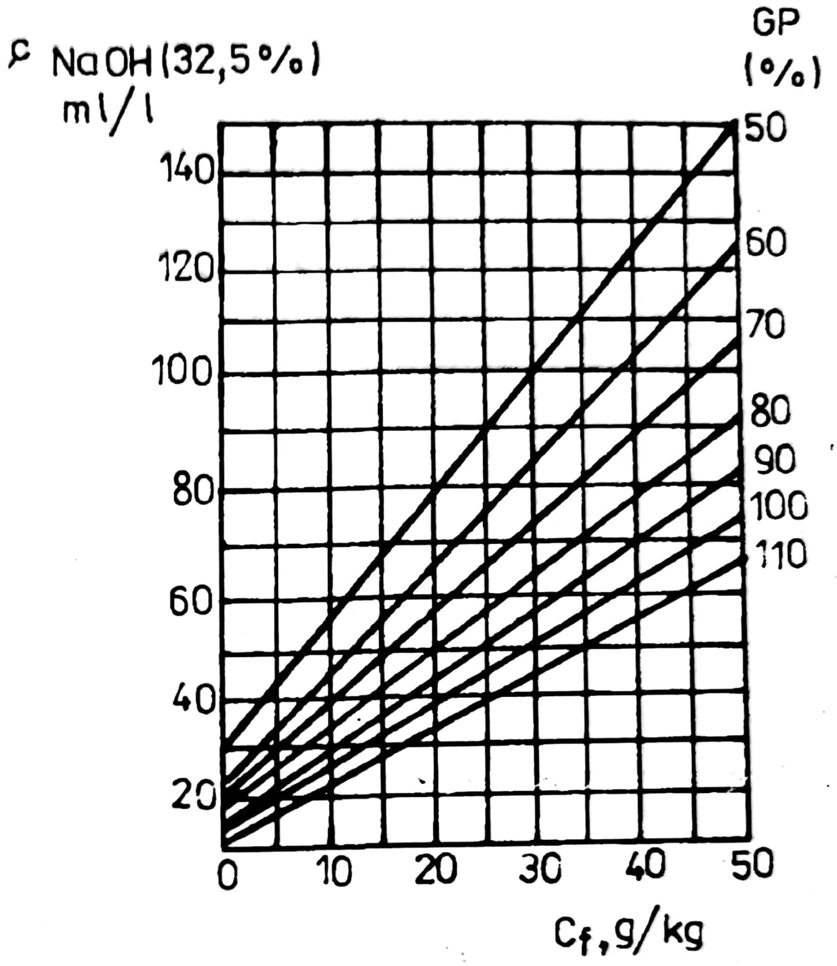


Fig. 3.7 Necesarul de hidroxid de sodiu funcţie de cantitatea de colorant de pe materialul textil la diferite grade de preluare a flotei de reducere

Pentru obţinerea de vopsiri uniforme se recomandă utilizarea leucoderivatului acid, tabelul 3.17. Dificultatea procedeului constă în obţinerea formei intermediare a colorantului. De exemplu, într-un vas cu capacitatea de 350 l se introduc 270 l apă caldă (temperatura 35-40 °C), agent de dispersare şi acid acetic (pentru 1 l hidroxid de sodiu se adaugă 1,4 l acid acetic (85 %). Apoi se introduc 35 l suspensie (1 kg colorant se amestecă cu 3 kg agent de dispersare) şi 20 g/l agent de udare. După omogenizarea volumelor se introduc 0,5 kg hidrosulfit de sodiu. Dispersia de leucoderivat acid este stabilă timp de câteva zile.

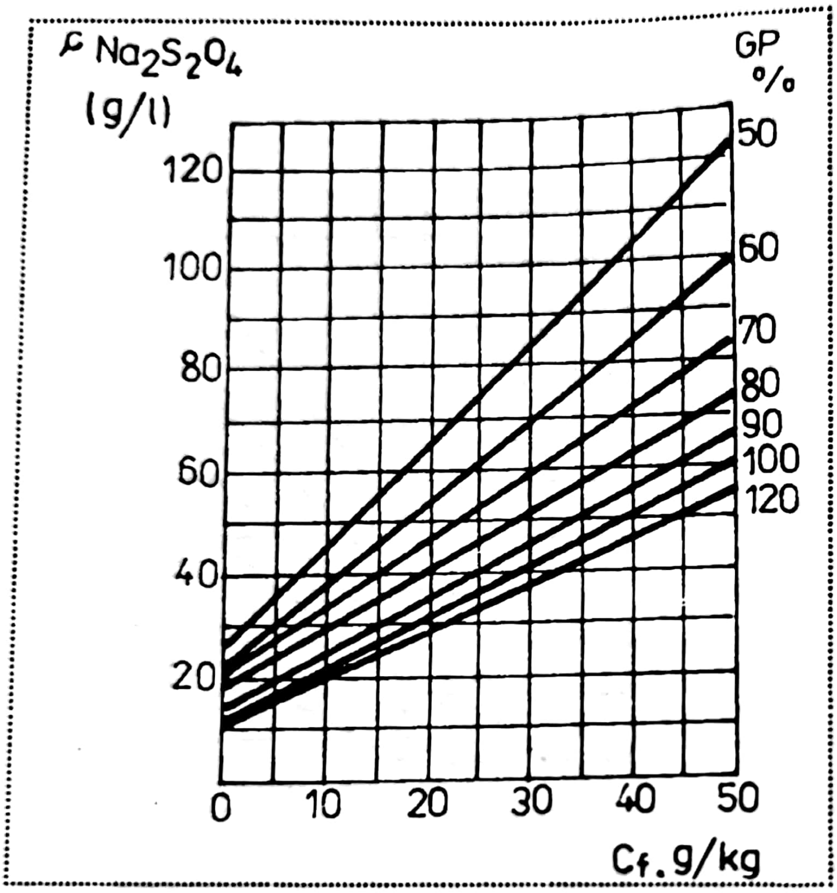


Fig. 3.8 Necesarul de reducător (hidrosulfit de sodiu) funcţie de cantitatea de colorant de pe materialul textil la diferite grade de preluare a flotei de reducere.

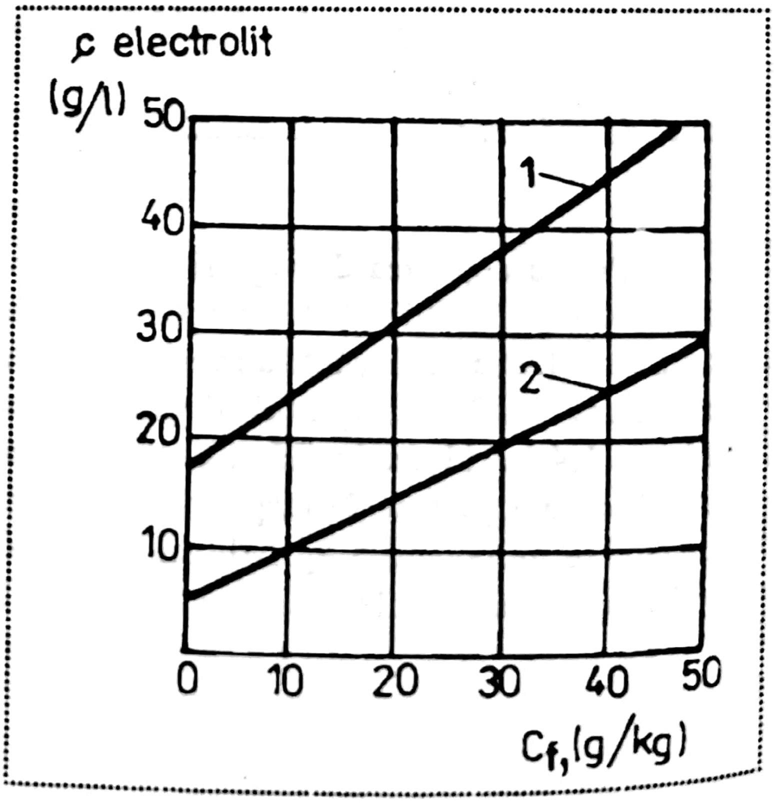


Fig. 3.9 Necesarul de electrolit (clorură de sodiu sau sulfat de sodiu) în flota de reducere în procedeul fără uscare intermediară şi gradul de preluare 30-50 % (1) şi în procedeul de uscare intermediară şi grad de preluare 60-130 % (2)

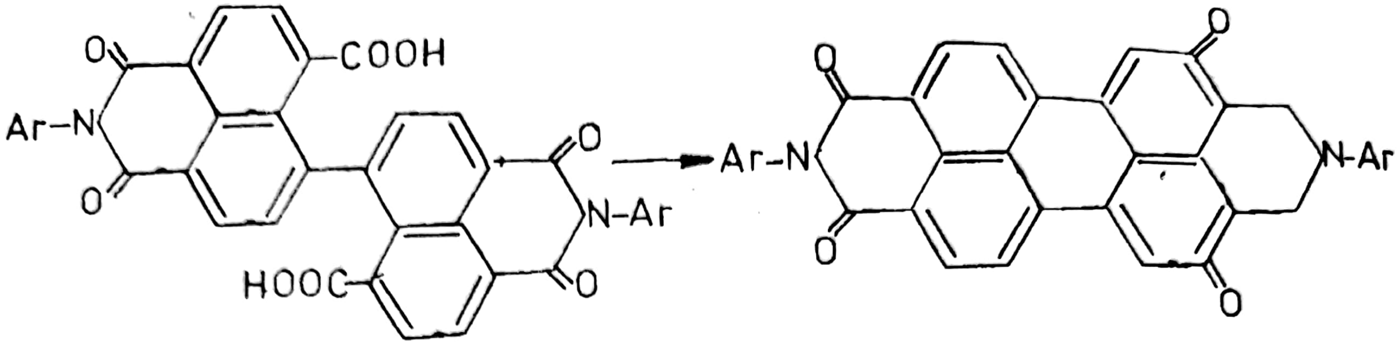
Tabelul 3.16 *Procedeul de aplicare a suspensiei colorantului de cadă pe ţesături de bumbac fără uscare intermediară*

Operaţia	Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea	Colorant 30 Intensificator (trietanolamină) 10 Agent de udare 2 Temperatura 45 °C Grad de preluare 80 %
Reducerea	Hidroxid de sodiu, fig. 3.7 Hidrosulfit de sodiu, fig. 3.8 Electrolit, fig. 3.9 Suspensie de colorant 20 Temperatura 18-20 °C Grad de preluare 100 %
Aburirea	Temperatura 102-105 °C Durata 60-90 s
Oxidarea	Pasaj în aer
Săpunirea	
1*	Apă rece Temperatura 10-25 °C
2,3	Apă fierbinte Temperatura 80 °C
4,5	Agent de săpunire 1
6,7	Apă caldă Temperatura 60 °C

* 1-7 - căzile maşinii de tratamente chimice

Pentru vopsirea amestecurilor fibre celulozice-fibre poliesterice se recomandă procedeul termosol combinat cu reducerea ulterioară, tabelul 3.18. Ţesătura se impregnează cu dispersia de colorant, se usucă în câmp de radiaţii infraroşii (densitatea de iradiere 10-18 kW/m^2) şi prin convecţie, iar, ulterior, se termofixează la temperatura de 210-212 °C, timp de 60-90 s. La termofixare se vopseşte componenta sintetică. Fixarea colorantului de cadă pe componenta celulozică se realizează prin impregnarea cu soluţii alcalino-reducătoare şi aburire.

Cubogenii sunt denumiţi coloranţii de cadă care se sintetizează în fibră din produse intermediare (acizi sau anhidride), solubile.



Tabelul 3.17 *Procedeul de vopsire cu leucoderivat acid*

Operația		Compoziția soluției (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnare		Leucoderivat acid Acid acetic Agent de dispersare 1,7 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 80-85 %
Reducerea		Hidroxid de sodiu* (32,5 %) 90 Hidrosulfit de sodiu 3-5 Leucoderivat acid** 0,15 Temperatura 30-35 °C Grad de preluare 105-110 %
Aburirea		Temperatura 102-105 °C Durata 45-60 s
Oxidarea	1 2 3 4	Pasaj în aer
		Apă rece Temperatura 10-20 °C
		Peroxid de hidrogen (30 %)* 1-2 Acid acetic (30 %) 3* Temperatura 10-25 °C
		Apă rece (10-25 °C)
		Apă fierbinte (60-70 °C)
Săpunirea	5,6	Agent de săpunire 1 Temperatura 85-90 °C
Spălare	7,8	Apă caldă (60 °C)

* - în ml/l; ** - se previne desorbţia leucoderivatului acid.

Tabelul 3.18 *Procedeu de vopsire a ţesăturilor mixte (bumbac-poliester) cu coloranţi de cadă.*

Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant de cadă 8 Tripolifosfat de sodiu 2 Alginat de sodiu 1,5 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 60 %
Preuscarea cu IR		Densitatea de iradiere 10-18 kw/m^2
Uscarea prin convecţie		
zona I		Temperatura 100 °C
zona II		Temperatura 130-140 °C
Termofixarea		Temperatura 210 °C Durata 90 s
Reducerea		Hidroxid de sodiu (32,5 %) 75* Hidrosulfit de sodiu 50 Electrolit 20 Temperatura 20 °C Grad de preluare 60 %
Aburirea		Temperatura 103 °C Durata 60 s
Oxidarea	1-4** 5	Pasaj în aer
		Apă rece (10-25 °C)
		Apă caldă (60 °C)
Săpunirea	6, 7	Agent de săpunire 1-2 Temperatura 95-100 °C
	8	Apă caldă 70 °C
	9, 10	Apă rece 25 °C

* - în ml/l; ** - 1-10: căzile maşinii de tratamente chimice.

La vopsire, ţesătura se impregnează în mediu alcalino-reducător (pH = 10,5-12,8, T = 80-100 °C) şi ulterior se efectuează oxidarea în aer sau cu soluţii de peroxid de hidrogen. În procesul redox din molecula cubogenului se eliberează două molecule de bioxid de carbon după un mecanism radicalic cu regrupare intramoleculară rezultând forma insolubilă şi nesubstantivă (tabelul 3.19) [4], [21].

Tabelul 3.19 *Procedeul continuu de aplicare a coloranţilor cubogeni*

Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Cubogen 80-100 Agent de udare 0,5-1 Carbonat de sodiu 40-50 Catalizator Dimo* 0,5-0,3 Rongalită 30-50 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 80 %
Albirea		Temperatura 102-105 °C Durata 3 minute
Oxidarea		Pasaj în aer 10-15 s
Tratamente finale	1	Apă rece (10-25 °C)
	2	Peroxid de hidrogen (30 %) 3** Acid acetic (30 %) 3** Temperatura 25 °C
	3	Apă fierbinte (70-80 °C)
	4	Agent de săpunire 2 Temperatura 85-90 °C
	5-7	Apă fierbinte (80-70 °C)
	8	Apă rece (20-25 °C)

* sare de cobalt a dimetilglioximei cu rol de catalizator de reducere; ** - în ml/l.

3.4 Sistemul tinctorial fibre celulozice - coloranţi cuvosoli

Coloranţii cuvosoli (tabelul 3.13) sunt forme solubile ale coloranţilor de cadă cu structura generală $R{\equiv}C\text{-}OSO_3Na$. Au substantivitate faţă de fibrele celulozice, cheratinice etc. În stadiul final al vopsirii, sub acţiunea oxidanţilor slabi (în mediu acid) colorantul cuvosol hidrolizează şi trece în forma insolubilă, adică în colorantul de cadă, conform schemelor:

$$R \equiv C - OSO_3Na \xrightarrow{H-OH} R \equiv C - OH + NaHSO_4$$

$$R \equiv C - OH \xrightarrow{[O]/H^+} R = C = O + H_2O$$

Tabelul 3.20

Procedeu continuu de aplicare

Operația		Compoziția flotei (g/l sau ml/l) și parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant cuvosol 0,25-5 Carbonat de sodiu 1 Azotit de sodiu 10 Temperatura 80-90 °C Grad de preluare 90-95 %
Pasaj în aer		Durata 10 s
Developarea		Acid sulfuric (100 %) 35-40* Temperatura 50-70 °C Grad de preluare 110 %
Pasaj în aer		Durata 12 s
Spălarea		
Neutralizarea	1	Apă rece (10-25 °C)
	2	Carbonat de sodiu 10-20 Temperatura 50 °C
Spălarea	3	Apă fierbinte (50-60 °C)
	4	Apă fierbinte (70-80 °C)
	5-7	Apă fierbinte (60-70 °C)

* - în ml/l.

Pentru vopsirea țesăturilor din bumbac-poliester se aplică același procedeu ca și în cazul bumbacului, iar pentru a se obține uniformitate concentrația colorantului nu trebuie să fie mai mare de 5-7 g/l, tabelul 3.22 [12].

Tabelul 3.21 *Procedeul de aplicare prin impregnare-uscare-developare*

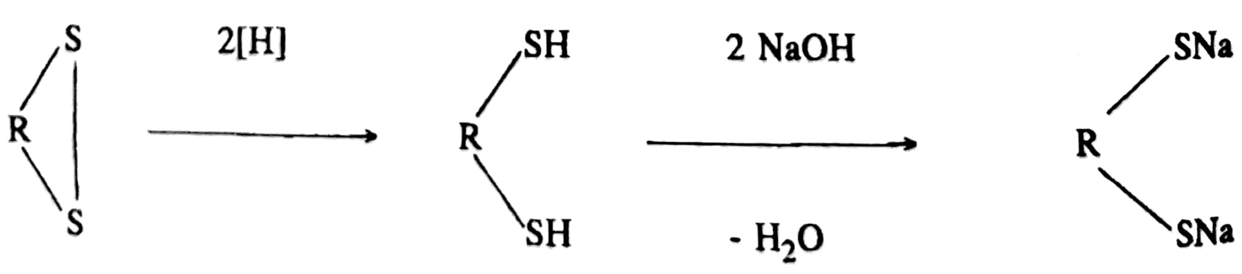
Operația		Compoziția soluției (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant cuvosol 5-20 Amoniac (25 %) 2-4* Hidrosulfit de sodiu 1 Azotit de sodiu 20 Temperatura 70 °C Grad de preluare 75 %
Uscarea		Temperatura 80 °C
Developarea		Acid sulfuric (ρ = 1,84 g/cm^3) 40* Temperatura 50-60 °C Grad de preluare 75 %
Spălarea	1,2	Apă rece (10-25 °C)
Neutralizarea	3,4	Carbonat de sodiu 10-20 Temperatura 70 °C
Spălarea	5,6	Apă fierbinte (65-70 °C)

* - în ml/l.

3.5 Sistemul tinctorial fibre celulozice-coloranți de sulf

Coloranții de sulf (tabelul 3.23) se obțin prin fierberea sau coacerea unor gudroane în prezența polisulfurilor de sodiu şi în puține cazuri rezultă compuşi bine definiți chimic.

Deorece în forma inițială sunt insolubili, printr-un tratament alcalino-reductiv se obține forma solubilă şi substantivă.

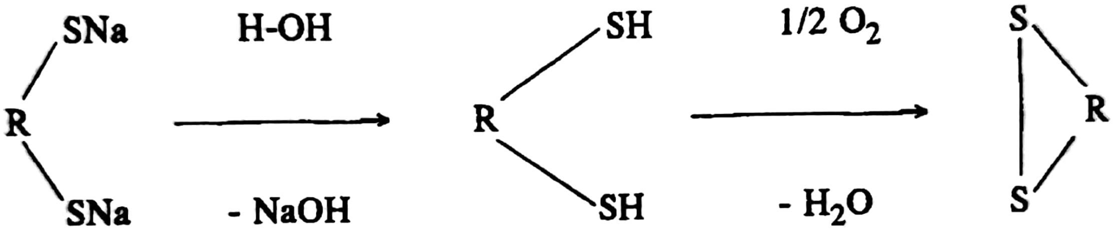


În mod obişnuit, reducerea se efectuează în prezenţa sulfurii de sodiu:

$$Na_2S + H_2O = NaHS + NaOh$$

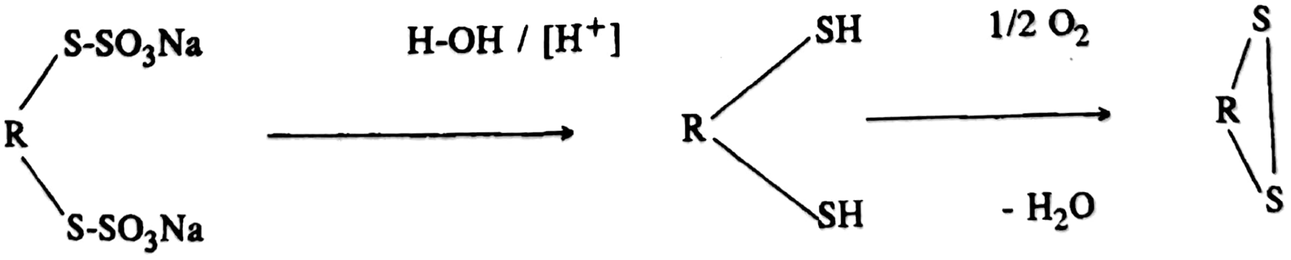
$$2\ NaHS + 3\ H_2O = 8[H] + Na_2S_2O_3$$

După aplicarea formei reduse pe materialul textil şi oxidare se obţine o formă insolubilă, nu neapărat cea iniţială (tabelul 3.24).



Tratamentele finale care includ una din variantele: alchilare, complexare, tratarea cu răşini cationice, previn degradarea hidrolitică a substratului celulozic şi îmbunătăţesc rezistenţele vopsirilor la tratamente umede.

În ultimul timp au căpătat o largă utilizare coloranţii de sulf solubili, cu afinitate pentru fibra celulozică. După difuzia în fibra celulozică sunt transformaţi în forma insolubilă prin developare (tabelul 3.25).



Tabelul 3.22 Tehnologia continuă de vopsire cu coloranți cuvosoli a țesăturilor mixte din bumbac-poliester

Operația		Compoziția soluției (g/l sau ml/l) și parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant cuvosol 7 Nitrit de sodiu 5 Clorură de sodiu 5 Hidrosulfit de sodiu 0,5* Temperatura 60-70 °C Grad de preluare 70-8 %
Developarea	1	Acid sulfuric (ρ = 1,84 g/cm^3) 25-30** Uree 1 Temperatura 55-60 °C
	2	Apă rece 15-20 °c
Neutralizarea	3	Carbonat de sodiu 10-12 Temperatura 60-70 °C
	4	Agent de săpunire Temperatura 85-90 °C
Săpunirea	5,6	Apă caldă 60-70 °C
	7	Apă caldă 30-40 °C
	8	Apă rece 20-30 °C
Uscarea		Temperatura 100-120 °C
Termofixarea		Temperatura 200 °C Durata 90 s

* - inhibă acțiunea oxidativă a oxigenului din aer, soluție sau porii fibrei; ** - în ml/l.

Tabelul 3.23 Tipuri comerciale de coloranți de sulf

Țara	Firma	Denumirea
Rusia	-	Sulf
Germania	Volfen	Sulf
Germania	Cassela	Immedial Hidron
Germania	Hoechst	Immedial
Polonia	Cieh	Sulfura
Cehia	Chemapol	Sulfogen

Anglia	ICI	Tionol
Italia	ACNA	Tionol
S.U.A.	Du Pont	Sulfogen
Franța	Francolor	Sulfonol
Elveția	CIBA Sandoz	Pirogen Tionol, Sandon
Rusia	-	Sulf
România	Codlea	Sulf
Egipt	Ismadye	Ismakabrit

Tabelul 3.24 *Procedeul pad-steam de vopsire a țesăturilor de bumbac cu coloranți de sulf*

Operația		Compoziția flotei (g/l) și parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant de sulf 15-150 Sulfură de sodiu (62 %) 25-120 Hidroxid de sodiu 8 Agent de udare 2 Temperatura 90-95 °C Grad de preluare 85-90 °C
Aburire		Temperatura 101-102 °C Durata 40-50 s
Oxidarea	1	Apă rece 10-25 °C
	2	Apă fierbinte 50-60 °C
Săpunirea	3	Agent de săpunire 2 Temperatura 70-80 °C
	4	Apă fierbinte 60-70 °C
sau		
Oxidarea	1	Peroxid de hidrogen 2-3 Acid acetic 1-3 Temperatura 40-50 °C
	2	Apă fierbinte 60-80 °C
Retratarea	3	Aniofix D 30-40 Acid acetic 3-5 Temperatura 70-80 °C
	4	Apă fierbinte 60-80 °C

Tabelul 3.25

Procedeul pa
de aplicare a coloranţilor de sulf

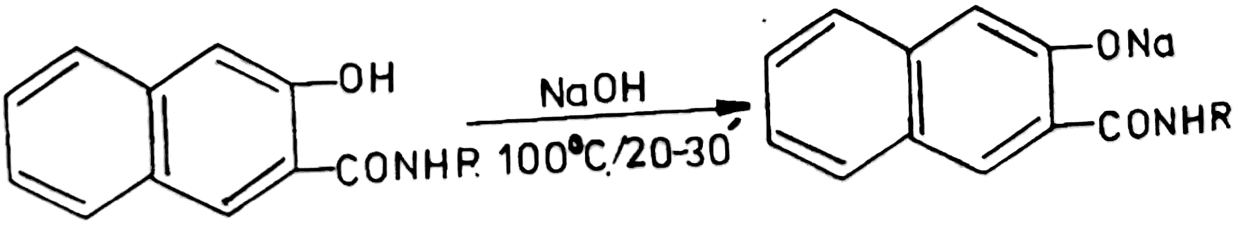
Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant de sulf solubil 100 Agent de dispersare 3 Sulfură de sodiu 75 Agent de antispumare 0,5 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 60-80 %
Albirea		Temperatura 102-105 °C Durata 90 secunde
Oxidarea	1-4	Apă rece 10-25 °C
	5	Acid acetic 3 Peroxid de hidrogen (30 %) 2 Temperatura 40-45 °C
Spălarea	6-9	Apă fierbinte 70-80 °C

3.6 Sinteza coloranţilor azoinsolubili în fibrele celulozice

Coloranţii azoinsolubili se sintetizează în fibră prin tratarea succesivă sau, mai rar, concomitentă, cu azocomponentă şi diazocomponentă.

În tehnologia clasică, pentru sinteza colorantului în fibră se parcurg etapele:

1. Solubilizarea la rece sau la cald a azocomponentei (tabelul 3.26) în scopul obţinerii naftalaţilor de sodiu, solubili şi substantivi.



2. Naftolarea materialului textil în scopul fixării naftolatului de sodiu prin legături de hidrogen la grupele hidroxilice din celuloză deoarece în mediu alcalin grupa imidică se află în forma enolică.

Tabelul 3.25

Procede
de aplicare a coloranţilor de

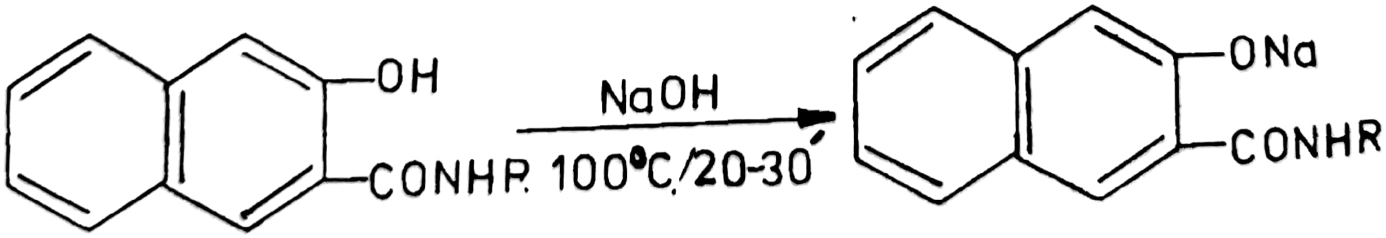
Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant de sulf solubil 100 Agent de dispersare 3 Sulfură de sodiu 75 Agent de antispumare 0,5 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 60-80 %
Albirea		Temperatura 102-105 °C Durata 90 secunde
Oxidarea	1-4	Apă rece 10-25 °C
	5	Acid acetic 3 Peroxid de hidrogen (30 %) 2 Temperatura 40-45 °C
Spălarea	6-9	Apă fierbinte 70-80 °C

3.6 Sinteza coloranţilor azoinsolubili în fibrele celulozice

Coloranţii azoinsolubili se sintetizează în fibră prin tratarea succesivă sau, mai rar, concomitentă, cu azocomponentă şi diazocomponentă.

În tehnologia clasică, pentru sinteza colorantului în fibră se parcurg etapele:

1. Solubilizarea la rece sau la cald a azocomponentei (tabelul 3.26) în scopul bţinerii naftalaţilor de sodiu, solubili şi substantivi.



2. Naftolarea materialului textil în scopul fixării naftolatului de sodiu prin gături de hidrogen la grupele hidroxilice din celuloză deoarece în mediu alcalin grupa nidică se află în forma enolică.

Tabelul 3.25

Procedeul pad-s
de aplicare a coloranţilor de sulf sol

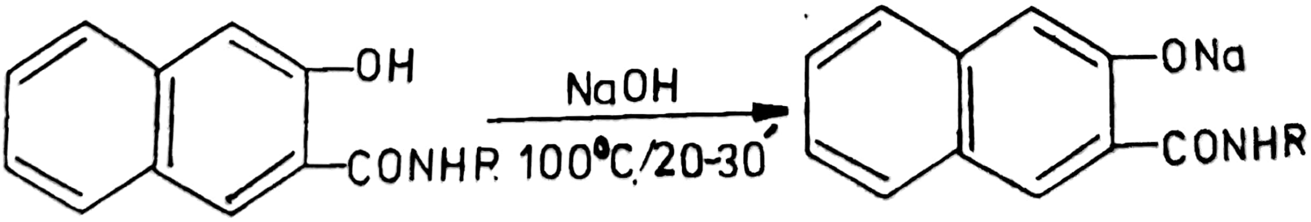
Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant de sulf solubil 100 Agent de dispersare 3 Sulfură de sodiu 75 Agent de antispumare 0,5 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 60-80 %
Albirea		Temperatura 102-105 °C Durata 90 secunde
Oxidarea	1-4	Apă rece 10-25 °C
	5	Acid acetic 3 Peroxid de hidrogen (30 %) 2 Temperatura 40-45 °C
Spălarea	6-9	Apă fierbinte 70-80 °C

3.6 Sinteza coloranţilor azoinsolubili în fibrele celulozice

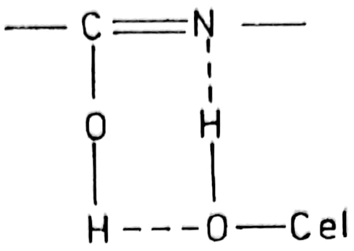
Coloranţii azoinsolubili se sintetizează în fibră prin tratarea succesivă sau, mai rar, concomitentă, cu azocomponentă şi diazocomponentă.

În tehnologia clasică, pentru sinteza colorantului în fibră se parcurg etapele:

1. Solubilizarea la rece sau la cald a azocomponentei (tabelul 3.26) în scopul obţinerii naftalaţilor de sodiu, solubili şi substantivi.



2. Naftolarea materialului textil în scopul fixării naftolatului de sodiu prin egături de hidrogen la grupele hidroxilice din celuloză deoarece în mediu alcalin grupa nidică se află în forma enolică.

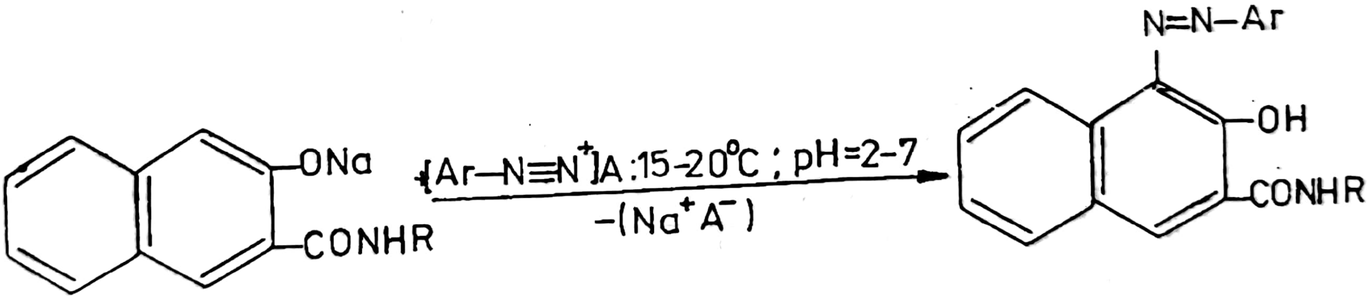


3. Obținerea diazocomponentei din amine aromatice diazotabile sau solubilizarea sărurilor diazotate și stabilizate.

$$Ar{-}NH_2 + NaNO_2 + HA \xrightarrow[30']{15\text{-}20^\circ C/} [Ar{-}N\equiv N^+]A^- + H_2O + NaOH$$

1 mol   1,5 moli   2,2 moli

4. Tratarea materialului naftalat cu sarea de diazoniu, la rece, obținându-se prin cuplare colorantul azoinsolubil (fără grupe solubilizante).



5. Efectuarea tratamentelor finale (spălare cu apă rece și caldă, săpunire, clătire).

În procedeele continue de sinteză a coloranților azoinsolubili în fibrele celulozice se consideră:

- azocomponenta chimic pură reținută de materialul textil:

$$x_{AC} = c_{AC} \cdot p_{AC} \cdot GS_N / 100 \; [g/l];$$

- **diazocomponenta tehnică necesară la cuplare:**

$$c_{CD} = f \cdot M_{DC}/M_{AC} \cdot p_{AC}/p_{DC} \cdot GS_N/(GS_C - GS_N) \cdot x_{AC},\ g/l$$

cu:

c_{AC} - concentrația azocomponentei tehnice din flota de naftolare, g/l;
p_{AC} - puritatea azocomponentei, %;
GS_N - grad de stoarcere la naftolare, %
GS_C - grad de stoarcere la cuplare, %
f - factor de exces, care ține seama de pierderile tehnologice (în cazul procedeelor cu fulardare f = 1,75);
M_{DC} - masa moleculară a diazocomponentei, u.a.m.;
M_{AC} - masa moleculară a azocomponentei, u.a.m.;
p_{DC} - puritatea diazocomponentei, %;
c_{DC} - concentrația diazocomponentei tehnice din flota de cuplare, g/l.

Tabelul 3.26 *Azocomponente comerciale și echivalențe*

Țara	AC	Indice											
Rusia	Azotol	A	ANF	DMA	K	MNA	O	OA	OT	OF	PA	XA	
Polonia	Naftolan	A	BO	-	LB	B_3	ITR	OCD	PH	-	-	-	-
	Azonaftol	A	A	-	-	MNA	-	OA	OT	-	PA	-	-
Cehia	Ultrazol	I-AS	-		-	IV-BS	IX-ITR	II-OL	D	XIII-PH	III-RL	-	-
Germania	Naftol	A	AS-BO		AS-LB	AS-BS	AS-ITR	AS-OL	AS-D	AS-RL	AS-PA	AS-SA	AS-SG
Anglia	Brentol	AS	AN	FO	BT	MN	LTR	FR	OT	-	PA	-	GB
Franța	Naftazol	AS	N_3B	-	-	NB	NI-TR	NF	ND	OP	MRL	-	-
	Antonaftol	RC	M_3B	-	-	AS-BS	-	MF	AS-D	-	MRL	-	-
Elveția	Naftanilid	RC	BO	BG	-	BS	ITR	OL	D	PH	RL	EL	-
	Cibanaftol	RF	RN	RDM	-	RM	-	RK	RTO	-	RBL	RCA	NS
	Celcot	RF	RN	-	-	RM	-	RK	RTO	-	RBL	-	-
	Irganaftol	RF	RN	-	-	-	-	RK	RTO	-	RBL	-	-
Italia	Naftolo	C	F	BG	-	M	SS	O	E	OP	R	-	-
S.U.A.	Naftanil	AS	BO	-	-	BS	-	OL	AS-D	OP	RL	-	-
	Naftazol	AS	BO	-	-	BS	-	OL	D	ASP	RL	-	-
	Hiltonaftol	AS	AS-BO	AS-BG	-	AS-BG	AS-ITR	-	AS-D	AS-PH	AS-RL	-	-
	Naftolat	AS	AS-BO	AS-BG	-	AS-BS	-	AS-OL	AS-D	AS-PS	AS-RL	-	-
Japonia	Naftoid	AS	BO	-	-	BS	-	-	-	-	-	-	-
	Diatoz	AS	-	-	-	AS-BS	-	AS-OL	AS-D	-	-	-	-
	Dragontol	AS	-	-	-	AS-BS	-	-	AS-D	-	-	-	-
	Mitsun naftazol	AS	BO	-	-	BS	-	OL	D	-	-	-	-
India	Amantol	AS	AS-BO	-	-	AS-BS	-	AS-OL	AS-D	AS-PH	AS-RL	-	-

La fulardare se impune utilizarea naftolilor cu solubilitate mare şi în condiţiile menţinerii constante a concentraţiei de alcalii. În procedeul fără uscare intermediară, gradul de preluare (GS_C - GS_N) trebuie să fie mai mare de 25-30 %.

Procedeele cu uscare intermediară se caracterizează printr-o difuzie profundă a naftolatului de sodiu în substratul textil. La uscare, temperatura nu trebuie să fie mai mare de 80 °C (se evită difuzia de la interior la exterior).

În ambele procedee, temparatura flotei de cuplare nu trebuie să fie mai mare de 25 °C (de regulă se adaugă gheaţă).

Tabelul 3.27 *Procedeu continuu de sinteză a coloranţilor azoinsolubili în fibrele celulozice fără uscare intermediară*

Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Naftolat de sodiu - C_{AC} = 5-15 Hidroxid de sodiu (32,5 %) 10-25* Agent de udare 1 Agent de dispersare 1 Temperatura 35-90 °C Grad de stoarcere 75-80 %
Impregnarea		Sare de diazoniu C_{DC} Acid acetic (80 %) pentru pH = 4-4,5 Temperatura 10-25 °C Grad de stoarcere 100-110 %
Pasaj în aer		Durata 30-60 s
Spălarea	1,2	Apă rece 10-25 °C
	3	Apă caldă 40-50 °C
Săpunirea	4	Agent de săpunire 2-3 Temperatura 70-80 °C
Spălarea	5-7	Apă fierbinte 70-60 °C
	8	Apă caldă 40-50 °C

* - în ml/l.

La fulardare se impune utilizarea naftolilor cu solubilitate mare şi în condiţiile menţinerii constante a concentraţiei de alcalii. În procedeul fără uscare intermediară, gradul de preluare (GS_C - GS_N) trebuie să fie mai mare de 25-30 %.

Procedeele cu uscare intermediară se caracterizează printr-o difuzie profundă a naftolatului de sodiu în substratul textil. La uscare, temperatura nu trebuie să fie mai mare de 80 °C (se evită difuzia de la interior la exterior).

În ambele procedee, temparatura flotei de cuplare nu trebuie să fie mai mare de 25 °C (de regulă se adaugă gheaţă).

Tabelul 3.27 *Procedeu continuu de sinteză a coloranţilor azoinsolubili în fibrele celulozice fără uscare intermediară*

Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Naftolat de sodiu - C_{AC} = 5-15 Hidroxid de sodiu (32,5 %) 10-25* Agent de udare 1 Agent de dispersare 1 Temperatura 35-90 °C Grad de stoarcere 75-80 %
Impregnarea		Sare de diazoniu C_{DC} Acid acetic (80 %) pentru pH = 4-4,5 Temperatura 10-25 °C Grad de stoarcere 100-110 %
Pasaj în aer		Durata 30-60 s
Spălarea	1,2	Apă rece 10-25 °C
	3	Apă caldă 40-50 °C
Săpunirea	4	Agent de săpunire 2-3 Temperatura 70-80 °C
Spălarea	5-7	Apă fierbinte 70-60 °C
	8	Apă caldă 40-50 °C

* - în ml/l.

Tabelul 3.28 *Procedeu continuu de sinteză a coloranţilo*
în fibrele celulozice cu uscare

Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehn
Impregnarea		Naftolat de sodiu c_{AC} = 5-15 Hidroxid de sodiu (32,5 %) 10-25* Hexametafosfat de sodiu 2 Temparatura 50-60 °C Grad de stoarcere 85-90 %
Uscarea		Temperatura 60-80 °C Umiditatea reziduală 30 %
Impregnarea		Sare de diazoniu C_{DC} = 10-60 Acid acetic până la pH = 5 Temperatura 10-25 °C Grad de stoarcere 80-90 %
Pasaj în aer		Durata un minut
Aburirea		Temperatura 102-105 °C Durata 1-1,5 minute
Spălarea	1	Apă rece 10-25 °C
	2	Apă fierbinte 50-60 °C
Săpunirea	3,4	Agent de săpunire 1-2 Temperatura 75-80 °C
Spălarea	5,6	Apă caldă 70 °C

* - în ml/l.

3.7 Vopsirea fibrelor proteice

Pentru vopsirea firelor cherątinice (lână, mătase naturală etc.) şi a fibrelor poliamidice se utilizează coloranţi acizi, acizi complexabili, premetalaţi, reactivi tip L sau PA. Coloranţii acizi sunt săruri de sodiu ai acizilor sulfonici care prin solubilizarea în apă disociază total:

$$R\text{-}SO_3Na \rightarrow RSO_3^- + Na^+$$

Tabelul 3.28 *Procedeu continuu de sinteză a coloranților azoinsolubili în fibrele celulozice cu uscare intermediară*

Operația		Compoziția soluției (g/l sau ml/l) și parametrii tehnologici
Impregnarea		Naftolat de sodiu c_{AC} = 5-15 Hidroxid de sodiu (32,5 %) 10-25* Hexametafosfat de sodiu 2 Temparatura 50-60 °C Grad de stoarcere 85-90 %
Uscarea		Temperatura 60-80 °C Umiditatea reziduală 30 %
Impregnarea		Sare de diazoniu C_{DC} = 10-60 Acid acetic până la pH = 5 Temperatura 10-25 °C Grad de stoarcere 80-90 %
Pasaj în aer		Durata un minut
Aburirea		Temperatura 102-105 °C Durata 1-1,5 minute
Spălarea	1	Apă rece 10-25 °C
	2	Apă fierbinte 50-60 °C
Săpunirea	3,4	Agent de săpunire 1-2 Temperatura 75-80 °C
Spălarea	5,6	Apă caldă 70 °C

* - în ml/l.

3.7 Vopsirea fibrelor proteice

Pentru vopsirea firelor cheratinice (lână, mătase naturală etc.) și a fibrelor poliamidice se utilizează coloranți acizi, acizi complexabili, premetalați, reactivi tip L sau PA. Coloranții acizi sînt săruri de sodiu ai acizilor sulfonici care prin solubilizarea în apă disociază total:

$$R\text{-}SO_3Na \rightarrow RSO_3^- + Na^+$$

Afinitatea coloranţilor acizi faţă de fibrele proteice, evaluată în plaja de valori 42-113 kj/mol, depinde de poziţia şi numărul grupelor sulfonice, de prezenţa grupelor acilaminice şi de prezenţa grupelor alchilice.

Coloranţii acizi difuzează de pe suprafaţa fibrei în interiorul acesteia prin porii submicroscopici la centrele de reacţie şi se fixează prin legături electrovalente, de hidrogen şi prin forţe Van der Waals [13].

Numărul legăturilor electrovalente depind de concentraţia centrelor de vopsire în stare ionizată, în corelaţie cu valoarea pH-ului, fig. 3.10.

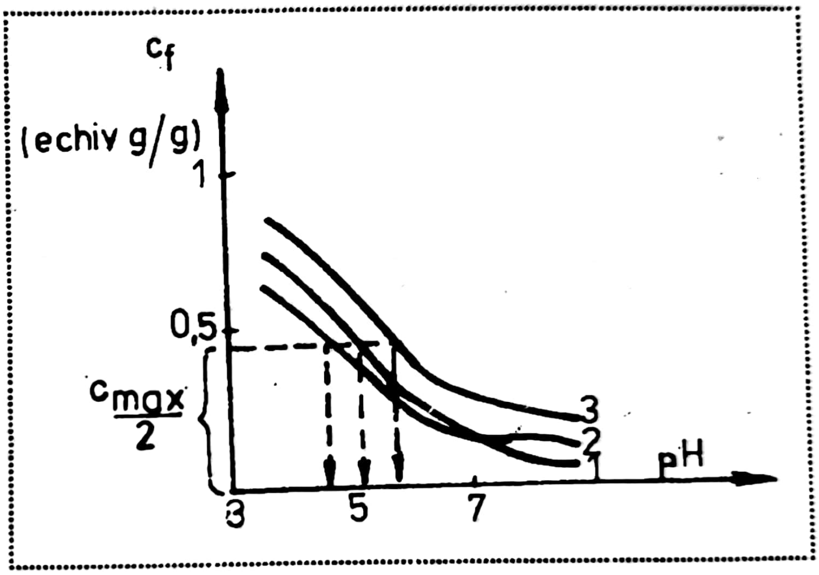


Fig. 3.10 ***Influenţa pH-ului asupra sorbţiei coloranţilor acizi la temperatura de 90 °C 1 - Galben acid; 2 - Oranj acid II; 3 - Oranj acid GG.***

Dacă vopsirea are loc în zona izoelectrică ($4 \leq pH \leq 8$), atunci formarea legăturilor electrovalente poate fi schematizată astfel:

$$^{-}OOC\text{-}F\text{-}NH_3^{+} + RSO_3^{-} + H^{+} \rightleftarrows HOOC\text{-}F\text{-}NH_3^{+}\,{}^{-}O_3SR$$

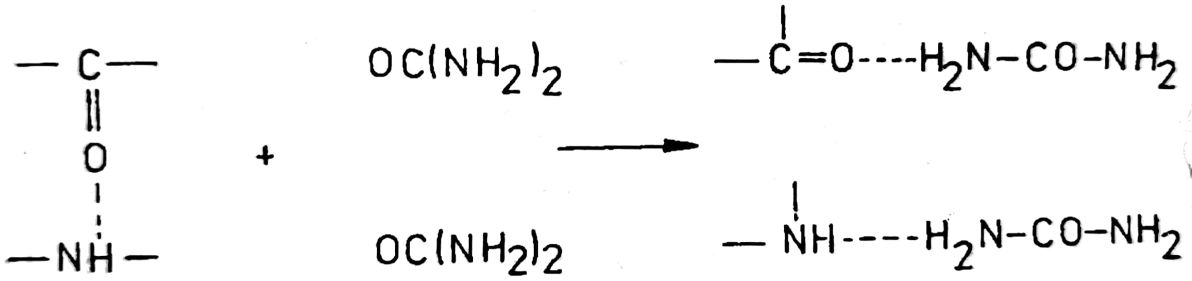
Coloranţii acizi se diferenţiază prin viteza de difuzie, prin capacitatea de egalizare şi prin rezistenţele vopsirilor la tratamente umede. După capacitatea de egalizare coloranţii acizi se împart în coloranţi de slabă, medie şi bună egalizare (tabelul 3.29).

În procedeele continue de vopsire cu fixarea colorantului la temperatură înaltă, menajarea fibrei se realizează prin ajustarea pH-ului. În scopul creşterii difuziei se are în vedere plastifierea fibrei prin adaos de compuşi organici polari cu temperatura de fierbere 100-130 °C sau prin adaos de substanţe hidrotrope cu temperatură mică de topire sau lichide. Intensificatorii distrug legăturile de hidrogen intermoleculare.

Tabelul 3.29 *Caracteristicile coloranţilor acizi*

Indicele sau caracteristica	Coloranţi cu capacitatea de egalizare		
	bună	medie	slabă
Stabilitatea vopsirilor la tratamente umede	mică	mrdie	mare
pH-ul de aplicare	2-4	4-6	6-7
Masa moleculară	mică	medie	mare
Solubilitatea	mare	mică	foarte mică
Afinitatea	mică	mare	mare
Viteza de difuzie	mare	mică	foarte mică
Concentraţia electrolitului	-	mică	mare

În cazul adaosului de substanţe hidrotrope, efectul exoterm de interacţiune colorant acid - lână (-40 kj/mol) este preluat de mediul de aplicare şi fixarea electrovalentă devine predominantă.



Accesibilitatea fibrei poliamidice, caracterizată printr-o împachetare avansată a lanţurilor macromoleculare şi printr-o coeziune înaltă între acestea, poate fi modificată prin alegerea unui mediu de vopsire cu punct de fierbere ridicat, la care coeficientul de difuzie cunoaşte un salt semnificativ (fig. 3.11).

Ţinând seama de condiţiile normale de vopsire (pH = 4-6) şi de faptul că majoritatea coloranţilor reactivi au scheletul de bază (R) asemănător cu al coloranţilor acizi se întrevede posibilitatea de aplicare în cazul vopsirii fibrelor cheratinice [14]. Capacitatea de reacţie a grupelor funcţionale din fibrele proteice depinde de pH-ul soluţiei de vopsire. Grupele sulfhidrice ale lânii reacţionează cu coloranţii reactivi în întreg domeniul de pH. Grupele aminice primare interacţionează cu coloranţii reactivi numai în stare neionizată la pH = 4,5-5; grupele imidazolice devin active în mediu neutru şi în mediu slab alcalin, iar grupele hidroxifenolice la pH > 8, (fig. 3.12). Gradul maxim de fixare a coloranţilor reactivi în lână se atinge la valori ale pH-ului cuprinse între 4,5-5, iar pentru mătase naturală în mediu slab alcalin (pH = 10).

Legăturile ionice apar între grupele aminice ionizate din cheratina lânii sau din fibroina mătăsii naturale şi grupele sulfonice ale colorantului. Energia acestor legături este de 84-126 kJ/mol [5]. Legăturile de hidrogen pot să apară între grupele carboxilice ale cheratinei sau fibroinei şi grupele aminice sau hidroxilice ale colorantului. Au o energie de legătură de 8,4-25,2 kj/mol. Legăturile covalente apar între grupele reactive ale colorantului capabile să interacţioneze cu grupele funcţionale ale cheratinei sau fibroinei. Energia de legătură este de 294-462 kj/mol. De menţionat faptul că în fibră, colorantul nefixat covalent se află sub formă de asociate, a căror dimensiune poate atinge 2000 Å şi conţine circa 1000 molecule.

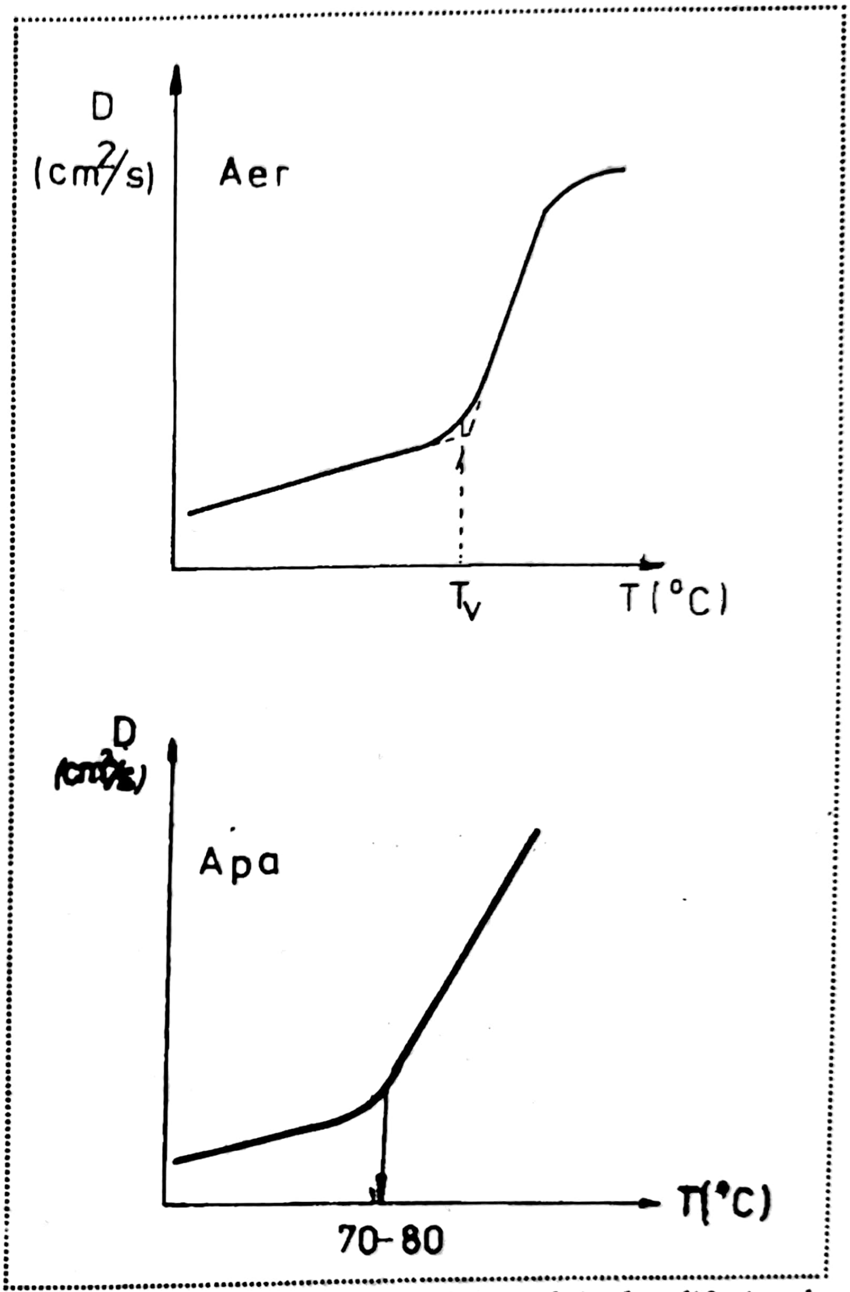


Fig. 3.11 Dependenţa coeficientului de difuzie de temperatura mediului

Deorece colorantul nefixat se îndepărtează greu de pe lână, trebuie să se atingă un grad de fixare mare. La un grad de fixare mai mare de 75 %, concentraţia colorantului nefixat nu depăşeşte $3 \cdot 10^{-3}$ mol/kg şi prin urmare nu sunt afectate rezistenţele vopsirilor la tratamente umede [15].

Pentru vopsirea lânii cu coloranţi reactivi se utilizează mărcile comerciale prezentate mai jos.

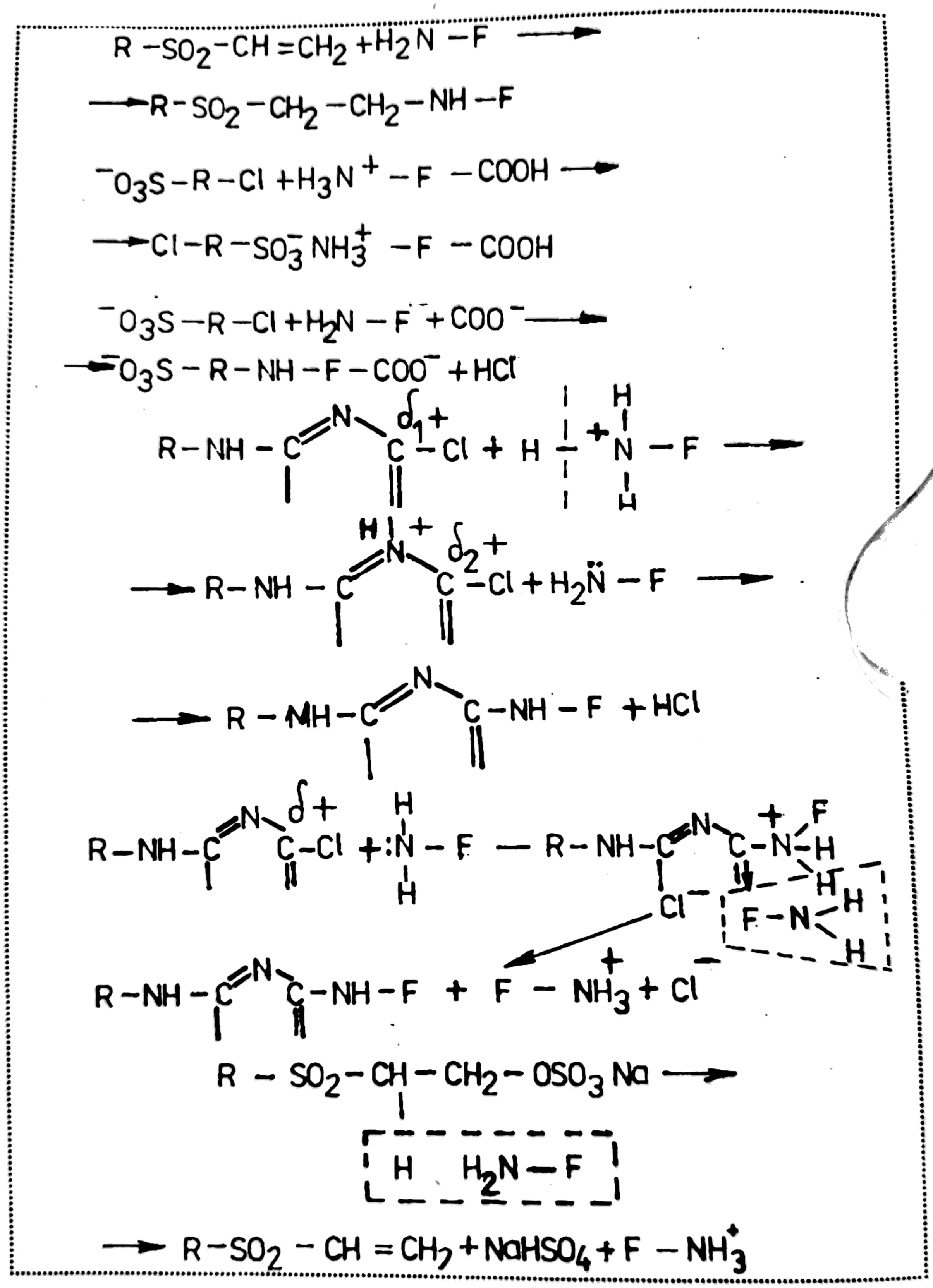
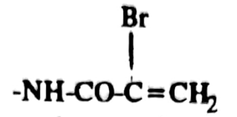
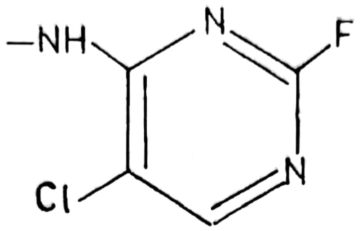
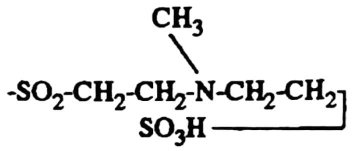
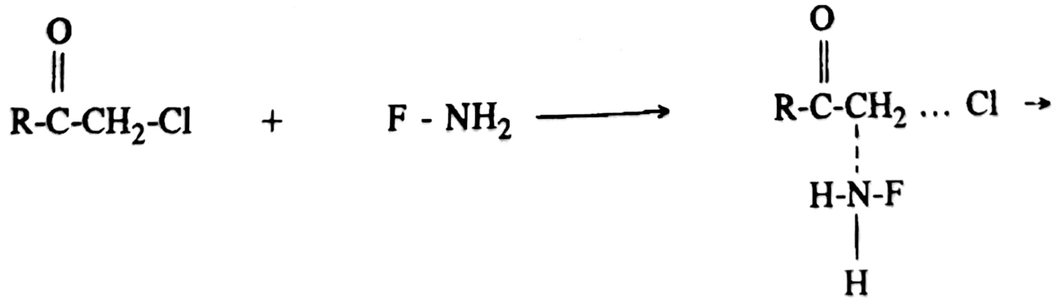


Fig. 3.12 Posibilitățile de interacțiune ale fibrelor proteice cu coloranții reactivi

Denumirea	Grupa reactivă	Anul fabricației
Lanasol (Ciba-Geigy)	 $-NH-CO-\overset{\overset{Br}{\vert}}{C}=CH_2$ α-bromacrilamidă	1966
Drimalan F (Sandoz) Verofix (Bayer)	 2,4 - difluoro-5-clor pirimidil	1969
Hostalan (Höchst)	 $-SO_2-CH_2-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{\diagdown}}{N}-CH_2-CH_2-SO_3H$ N-metilaurinetilsulfonă $-SO_2-CH_2-CH_2\ SO_3H$ ß-sulfat etilsulfonă	1971

Mecanismele de reacţie colorant reactiv—fibră proteică pot fi împărţite în:

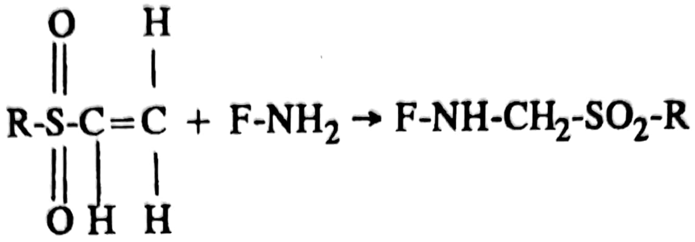
a) mecanism bimolecular de substituţie (SN_2)



$$R-\overset{\overset{O}{\Vert}}{C}-CH_2-Cl \quad + \quad F-NH_2 \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\Vert}}{C}-\underset{\underset{\underset{H}{\vert}}{H-N-F}}{\vdots}{CH_2} \ldots Cl \rightarrow$$

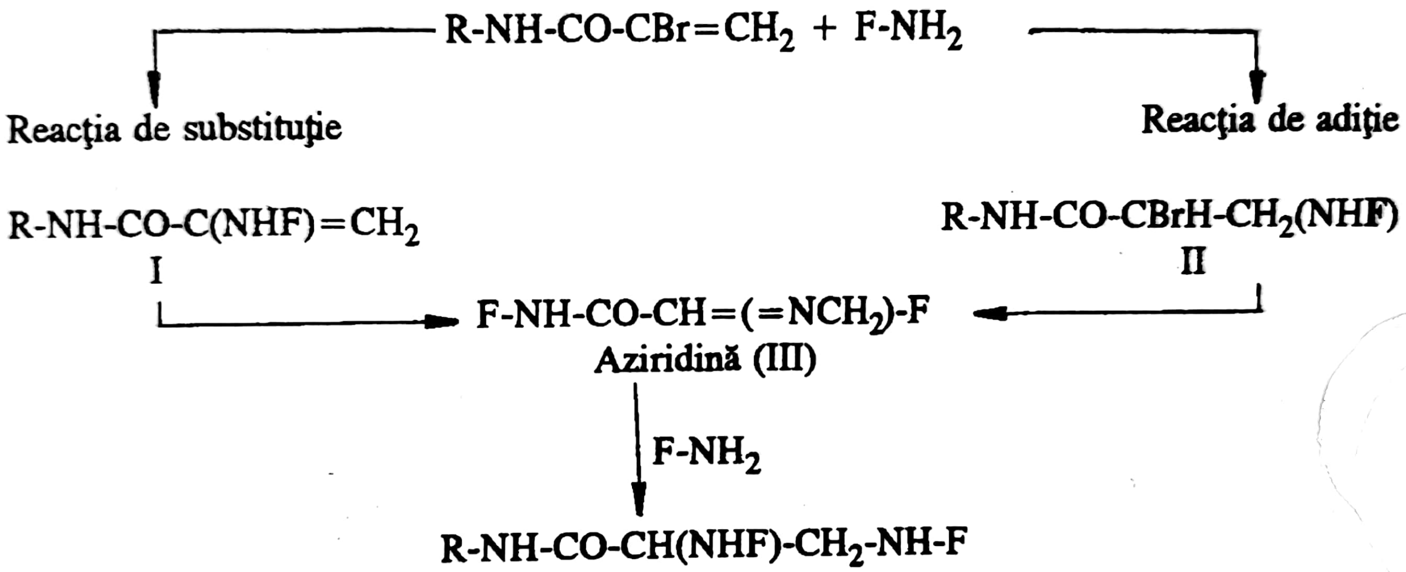
$\rightarrow R-CO-CH_2-NH-F + HCl$

b) Reacţia de adiţie Michael



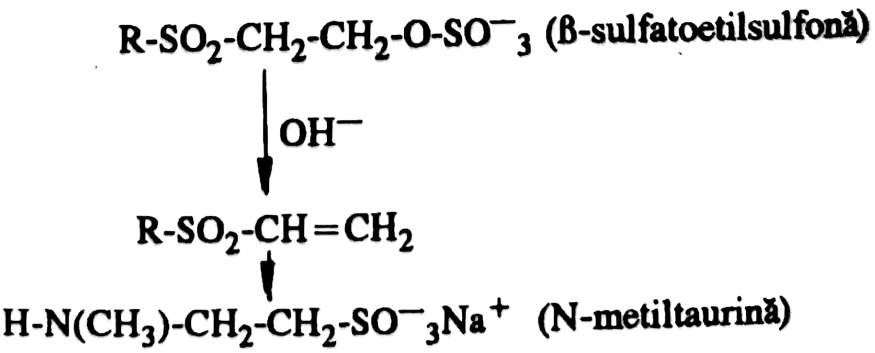
$$R\text{-}\overset{\overset{O}{\|}}{\underset{\underset{O}{\|}}{S}}\text{-}\underset{\underset{H}{|}}{C}=\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}} + F\text{-}NH_2 \rightarrow F\text{-}NH\text{-}CH_2\text{-}SO_2\text{-}R$$

Coloranţii difluorclorpirimidinici (DFCP) reacţionează cu fibra prin mecanismul de substituţie nucleofilă (SN_2). Coloranţii Lanasol pot reacţiona prin ambele mecanisme [17]...[19].


$R\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CBr=CH_2 + F\text{-}NH_2$
Reacţia de substituţie
Reacţia de adiţie
$R\text{-}NH\text{-}CO\text{-}C(NHF)=CH_2$
I
$R\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CBrH\text{-}CH_2(NHF)$
II
$F\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CH=(=NCH_2)\text{-}F$
Aziridină (III)
$F\text{-}NH_2$
$R\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CH(NHF)\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}F$

Coloranţii Drimalan F participă în reacţie de substituţie şi rezistă la hidroliză pentru valori ale pH-ului cuprinse între 5 şi 7.

Chimismul interacţiunii coloranţilor Hostolan cu fibrele proteice poate fi schematizat astfel [20]:


$R\text{-}SO_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}SO^-_3$ (ß-sulfatoetilsulfonă)
OH^-
$R\text{-}SO_2\text{-}CH=CH_2$
$H\text{-}N(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}SO^-_3Na^+$ (N-metiltaurină)

$$\begin{array}{c}
\mathrm{R\text{-}SO_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}N(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}SO^{-}_{3}{}^{+}Na} \\
\Big\downarrow \; \mathrm{H^{+}}\ (\mathrm{pH}=5)\ \text{- reacţia în flotă} \\
\mathrm{R\text{-}SO_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}SO^{-}_{3}{}^{+}Na}
\end{array}$$

$$\begin{array}{c}
\mathrm{R\text{-}SO_2\text{-}CH{=}CH_2} \\
\Big\downarrow \; \mathrm{F\text{-}MH_2} \\
\mathrm{R\text{-}SO_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}F}
\end{array}$$

Pentru obţinerea de vopsiri uniforme în sistem se adaugă agenţi de egalizare de natură cationică.

Drimlan F (Sandoz)
Lanasol (Ciba - Geigy)
Hostalan (Hoechst)
Verofix (Bayer)

Lyogen FN
Albegol B
Eganol GES
Avolan REM

O grupă deosebită o reprezintă coloranţii de dispersie reactivi destinaţi pentru vopsirea poliamidei care se fixează prin legături covalente, legături de hidrogen şi prin forţe Van der Waals. În legarea covalentă pot fi implicate grupele aminice terminale şi, în condiţii deosebite, pot reacţiona grupele amidice.

$$\mathrm{HOOC\text{-}(CH_2)_5\text{-}NH\ [\text{-}CO\text{-}(CH_2)_5\text{-}NH\text{-}]_n\ CO\text{-}(CH_2)_5\text{-}NH_2} + (x + 1)\ \mathrm{R\text{-}Cl} \rightarrow$$

$$\mathrm{HOOC\text{-}(CH_2)_5\text{-}NH\ [\text{-}CO\text{-}(CH_2)_5\text{-}N\text{-}]\ CO\text{-}(CH_2)_5\text{-}NH\text{-}R} + (x + 1)\ \mathrm{HCl}$$

Practic, în prima etapă, procesul de difuzie se desfăşoară în mediu slab acid, asigurându-se o distribuţie uniformă şi, ulterior, prin alcalinizare se asigură condiţiile pentru interacţiunea colorant - polimer.

Coloranţii de dispersie premetalaţi 1:2 pe bază de crom sunt destinaţi pentru vopsirea poliamidei şi se aseamănă cu coloranţii premetalaţi obişnuiţi (tabelul 3.30) cu deosebirea că nu conţin grupe solubilizante. Din punct de vedere tehnologic prezintă o capacitate mare de acoperire a neuniformităţilor structurale ale poliamidei.

Se obţin rezistenţe corespunzătoare ale vopsirilor la tratamente umede, la lumină şi la frecare.

Tabelul 3.30 *Tipuri comerciale de coloranţi acizi, cromatabili şi premetalaţi*

Ţara	Firma	COLORANŢI				
		Acizi	Cromatabili	Premetalaţi		
				1:1	1:2	1:2 cu grupe solubilizante
Polonia	-	Acizi	Acizi cromatabili	-	Polfalani	Grifalan
Cehia	Chemapol	Egacid Midlon Rylacid	- Alizarin -	- Chromolan -	- Ostalan -	Rilan
Anglia	ICI Coomassie	Lisamine Carbolan Commassie	Solochrom Omegachrom -	Ultralan - -	Varilan - -	- - -
S.U.A.	Du Pont	Pontacil Metanil Litosol	Pontachrom - -	Chromacil - -	Capranil - -	- - -
Germania	Volfen	-	Metachrom	Vofanil	Vofalan	-
	Bayer	Acilan Supramin Supracen Supranol	Diamant Telon - -	- - - -	Isolan Levanal - -	Isolan C - - -
	Hoechst	Antralan Lanaperl Alphanil Amida	Soldinchrom - - -	- - - -	Remalon - - -	Azarin C - - -
	BASF	Acidol - Benzolan Ortol	Bazalan - - -	Palatin Neopalatinecht (1:1:1) - -	Vialon - Ortolan -	Acidol M - - -
Franţa	Francolor	Sulfacid Supracid	Francolan -	Supracid -	- -	Neutrichrom -
Elveţia	Ciba-Geigy	Irganol Erionil Polar	Eriochrom - -	Textilon - -	Cibalon - -	Lanachrom C - -
	Sandoz	Sandolan	Omegachrom	Vitrolan	Lanasin	Lanasin C

Belgia	Crompton	Unitertracide Unitertracide light Tertracide T Tertracide light Tertracide milling	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -
România	Codlea	Acid	Cromatabil	Magra (I)	Magra (II)	-
Austria	Bencolor	Lanafast	-	-	-	-
Egipt	Ismadye	Ismacide	-	-	-	-

Tabelul 3.31 *Procedee continue de vopsire a fibrelor proteice*

Operaţia		Compoziţia flotei (g/l) Parametrii	Procedeul		
			PAD-STEAM	PAD-TERMOFIX	PAD-STEAM
Impregnarea		Colorant	x (monosulfonic)	x (dispersie reactiv)	x
		Acetat de amoniu	5	5	5
		Agent de antimigrare	-	-	50-100
		Agent hidrotrop	-	50-200	50-200
		Agent de agalizare	5	-	-
		Etilenglicol	50	-	-
		Agent de udare	2	2	2
		Temperatura	100-120	40	80
		Grad de stoarcere	60	60	60-80
Aburirea		Temperatura, °C	120	-	120
		Durata, s	60	-	120
Uscarea		Temperatura, °C	-	80-110	-
		Durata, s	-	180	-
Termofixarea		Temperatura, °C	-	180-190	-
		Durata, s	-	-	-
Alcalinizarea		Carbonat acid de sodiu	-	5-20	-
		Temperatura, °C	-	40-80	-
Pasaj în aer		Durata, s	-	60-120	-
Spălarea	1	Apă caldă, 40-60 °C	+	+	+
Pretratarea	2	Tanin	10	-	-
		Temperatura, °C	70	-	-
Spălarea	3,4	Apă rece	+	+	+

Coloranţii premetalaţi sau cromatabili pot interacţiona cu polimerul fibros în mod complex (fig. 3.13) caracteristice fiind legăturile coordinative

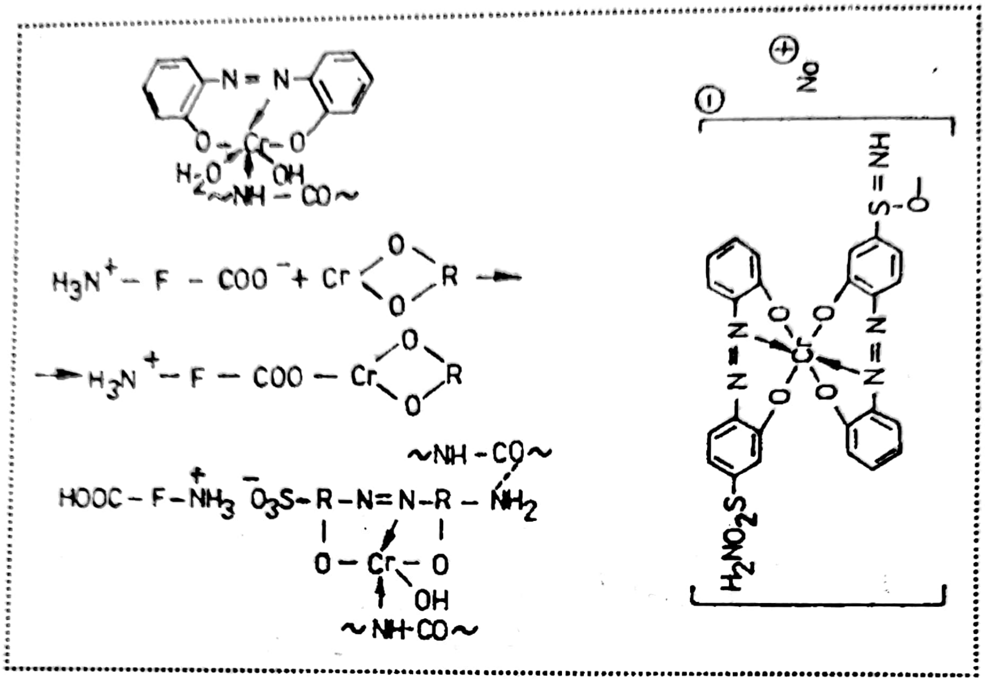


Fig. 3.13 Interacţiunea coloranţilor premetalaţi şi cromatabili cu fibrele proteice

Pentru impregnarea materialului textil la temperatură ridicată se folosesc fularde speciale, fără tensionarea materialului.

3.8 Sistemul tinctorial fibre poliacrilonitrilice - coloranţi cationici

Fibrele poliacrilonitrilice copolimere au caracter de macroanioni sau macrocationi şi temperatura de tranziţie de ordinul II este cuprinsă între 70 şi 90 °C. Pentru vopsire sunt adecvaţi coloranţii cationici (tab. 3.32).

Fibrele poliacrilonitrilice anionice conţin grupe acide tari (-OSO_3H, -SO_3H) cu limita inferioară de disociere în mediu acid şi/sau slabe (-COOH, -OH) cu capacitatea de ionizare în mediu neutru şi alcalin. Prin ajustarea convenabilă a pH-ului se poate regla concentraţia grupelor acide ionizate (fig. 3.14). Pentru creşterea accesibilităţii fibrei în flota de vopsire se introduc solvenţi organici care modifică temperatura de tranziţie de ordinul II (fig. 3.15).

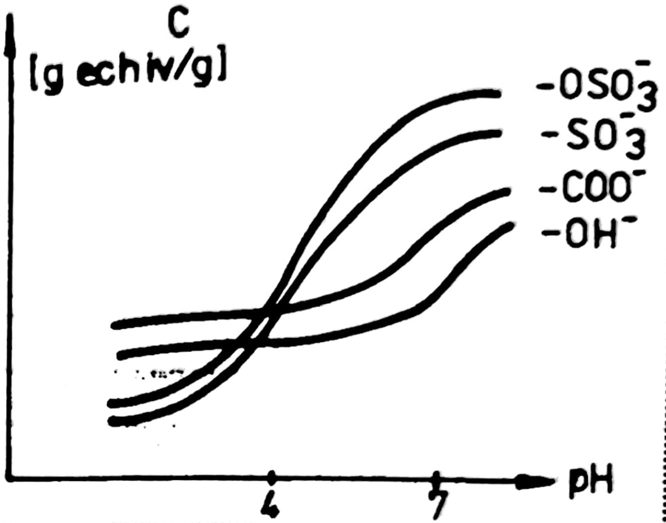
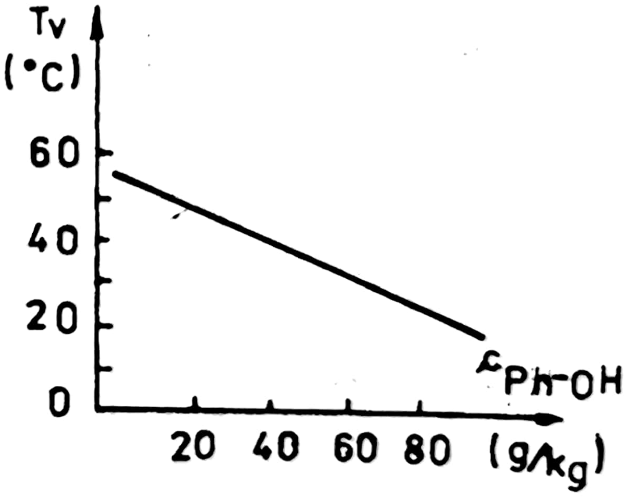


Fig. 3.14 Concentraţia grupelor anionice din poliacrilonitril funcţie de pH-ul mediului

Fig. 3.15 Influenţa adaosului de fenol asupra temperaturii de tranziţie de ordinul II a poliacrilonitrilului



Coloranţii cationici (tabelul 3.32), protonabili în mediul acid sau cu sarcini localizate/delocalizate, datorită caracterului ionic disociază în mediul de aplicare conform schemei:

$$(R)_4N^+A^- \rightleftarrows (R)_4N^+ + A^-$$

Prin introducerea fibrelor poliacrilonitrilice în soluţia unui colorant cationic, în prima etapă, se formează un strat monomolecular sau polimolecular datorită atracţiei electrostatice (afinitatea 42-50,4 kj/mol). Gradientul de concentraţie favorizează difuzia colorantului în fibra cu caracter hidrofob. Difuzat în fibră, colorantul se dizolvă ca un solid într-un nitril „lichid" şi, ulterior, se formează legături electrovalente.

$$PAN\text{-}SO_3^-H^+ + (R)_4N^+A^- \rightarrow PAN\text{-}SO_3^{-+}N(R)_4 + HA$$

Tabelul 3.32 *Tipuri comerciale de coloranţi cationici*

Ţara	Firma	Denumirea
		Cationici
Rusia	-	
Germania	Bayer BASF Vitterfeld	Astrazon Basacryl Kripur
Elveţia	Sandoz Ciba-Geigy	Sandocryl Maxilon
Japonia	-	Catilan
Polonia	Boruta	Anilan
Cehia	-	Melacryl
Franţa	Francolor	Lycramin
Anglia	ICI	Sinacryl Acrolon

Conţinutul de colorant în fibră nu depăşeşte echivalentul acid al fibrei. Între fibră şi colorant mai intervin forţe Van der Waals (tabelul 3.33).

Tabelul 3.33 *Procedee continue de vopsire a fibrelor poliacrilonitrilice*

Operaţia	Compoziţii (g/l) şi condiţii	Procedeul				
		Pad-steam varianta				Pad-termofix
		I	II	III	IV	
Impregnarea	Colorant, g/l	x	x	x	x	x
	Agent de antimigrare	6 (Indalcao)	6 (Solvitoză)	-	-	-
	Agent de egalizare	5	5	-	-	-
	Agent de udare	1-2	1-2	-	-	1-2
	Agent de dispersare	-	-	-	-	3-5
	Rezorcină*	-	-	25	-	-
	Carbonat de etilenă	-	-	-	20-60	-
	pH-ul	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	Temperatura, °C	40	40	95	95	40
	Grad de preluare, %	50-70	50-70	50-70	50-70	50-70

Aburirea		Temperatura, °C Durata, min	110-120 10-20	102-105 20-40	102-105 20-40	102-105 20-40	-
Termofixarea		Temperatura, °C Durata, s	- -	- -	- -	- -	200 60
Spălarea	1	Temperatura, °C	70-80				
Săpunirea	2	Tensid neionogen Temperatura, °C	0,5-1 60-80				
Clătirea	3,4	Temperatura, °C	50-60				

* intensificator.

3.9 Sisteme tinctoriale neionice

Coloranţii de dispersie (tabelul 3.34) prezintă următoarele caracteristici: nu conţin grupe solubilizante; în moleculă predomină grupe cu structura $-NH_2$, $-NHR$, $-NR_1R_2$, -OH, -OR; au un caracter neutru sau bazic; au o masă moleculară mică (250-300) şi dimensiunea mică a moleculei.

Tabelul 3.34 *Tipuri comerciale de coloranţi de dispersie şi domeniul de utilizare*

Ţara	Firma	Denumirea	Destinaţia		
			AS, TA	PET	PA
Cehia	Chemapol	Ostacet	+	+	+
Polonia	Cieh	Sinten P	+	+	+
Anglia	ICI	Duranol T Dispersol Serisol Serilen	+ + - -	+ + + +	+ + + +
Italia	ACNA	Tersetil	+	+	+
S.U.A.	Du Pont	Acetamin	+	+	+
Franţa	Francolor	Acetosol Esterofil	+ +	+ +	+ +
Germania	Volfen	Fantagen	+	+	+
	Bayer	Resolin	+	+	+

	BASF	**Palanil** **Celliton**	+ +	+ +	+ +
	Höechst	**Samaron**	+	+	+
Elveţia	**Ciba-Geigy**	**Terasil** **Cibacet** **Elanil** **Setaron** **Setacil** **Avilon**	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +
	Sandoz	**Foron**	+	+	+

Proprietăţile fizico-chimice ale coloranţilor de dispersie au un caracter general: polarizabilitatea oscilează între 1,5 şi 7,7 D; solubilitatea este variabilă (fig. 3.16), temperatura înaltă de topire. La o anumită valoare a temperaturii se constată un salt în sorbţia de colorant, pus pe seama creşterii solubilităţii şi prin atingerea temperaturii de tranziţie a polimerului fig. 3.17.

Pentru ţesăturile din acetat se aplică procedeul pad-steam (tabelul 3.35).

Coloranţii de dispersie pot fi aplicaţi prin procedee continue, în special pentru vopsirea amestecurilor, în combinaţie cu alte clase tehnologice (vezi paragraful 3.10).

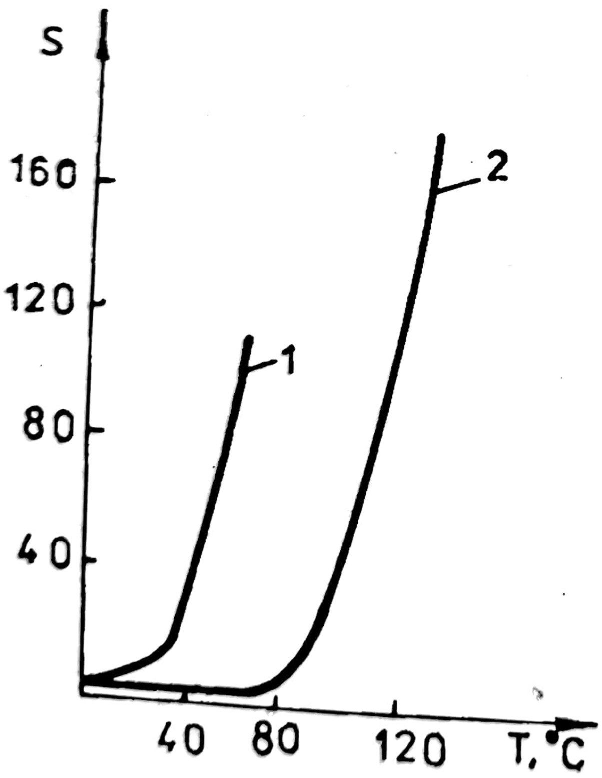


Fig. 3.16 Dependenţa solubilităţii unui colorant acid - 1 (g/l) şi a unui colorant de dispersie - 2 (mg/l) de temperatură

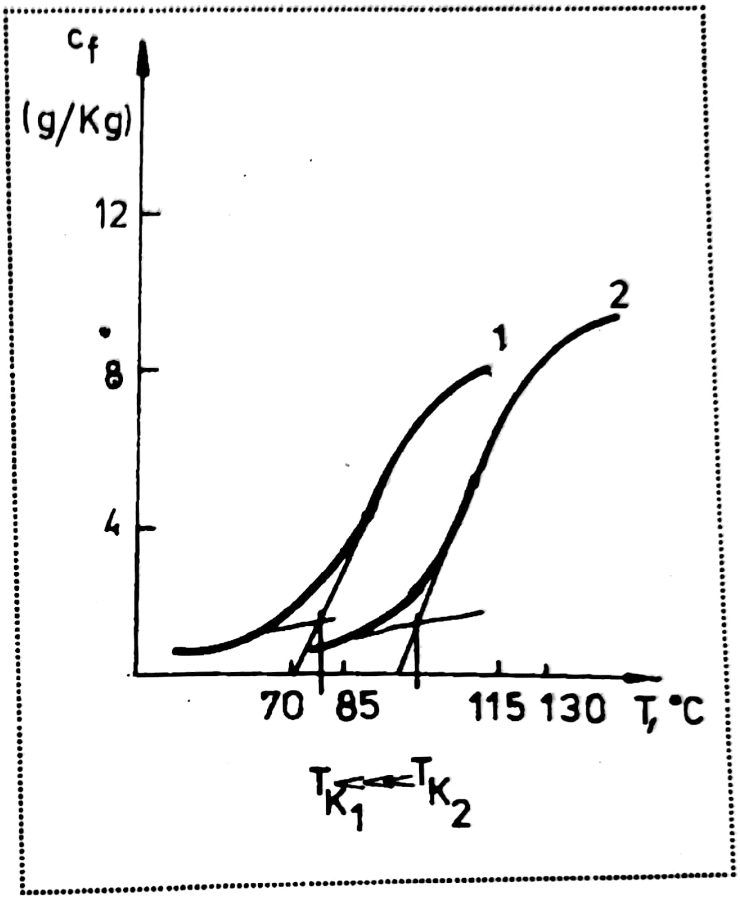


Fig. 3.17 Dependenţa de temperatură a sorbţiei coloranţilor de dispersie Yellow 1 (1) şi Blue 7 (2) în fibra poliesterică

Tabelul 3.35 ***Procedeu de vopsire a ţesăturilor din acetat***

Operaţia		Compoziţia flotei (g/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea dublă		Colorant de dispersie - x Hexametafosfat de sodiu 2 Agent de dispersare 0,5 Temperatura 90-98 °C
Aburirea		Temperatura 60-80 °C
Săpunirea	1,2,3	Carbonat de sodiu 1 Agent neionogen 1 Temperatura 40 °C
Spălarea	4-6	Apă caldă 40 °C
	7,8	Apă rece 15-20 °C

3.10 Vopsirea materialelor textile mixte

Ţesăturile mixte nu se pot vopsi intens cu coloranţi din aceeaşi clasă tehnologică. De exemplu, pentru ţesăturile mixte bumbac-poliester pentru fiecare componentă se utilizează clase tehnologice distincte de coloranţi. Poliesterul se vopseşte cu coloranţi de dispersie, iar pentru bumbac se recomandă coloranţi de cadă, reactivi, cuvosoli, direcţi, sulf, azoinsolubili sintetizaţi în fibră.

Pentru amestecurile cu până la 67 % poliester se recomandă metodele de fixare în două faze care cuprind termofixarea şi aburirea. În prima fază se vopseşte componenta poliesterică prin tratarea cu aer cald la temperatura de 200-210 °C timp de 60-90 s. În a doua fază se vopseşte componenta celulozică. Condiţiile de fixare se aleg în funcţie de clasa tehnologică destinată componentei naturale (tabelul 3.36).

Pentru amestecul de coloranţi dispersie şi reactivi, fixarea se efectuează concomitent pe ambele fibre prin termosolare (tabelul 3.37). Pentru a se obţine vopsiri de calitate se respectă următoarele condiţii: distribuţia uniformă a flotei în materialul textil şi realizarea unui grad de stoarcere avansat; după preuscarea cu radiaţii infraroşii conţinutul de umiditate din materialul textil să fie de 25-30 %; în timpul uscării cu aer cald ţesătura trebuie să fie încălzită uniform în două zone diferenţiate prin temperatură.

Deoarece este dificil de selecţionat coloranţii, frecvent se utilizează procedee de vopsire în două faze (tabelele 3.38 şi 3.39).

Pentru vopsirea amestecurilor din bumbac (33 %) şi poliester (67 %) se utilizează coloranţi speciali livraţi de diferite firme, tabelul 3.40.

Amestecurile de coloranţi dispersie - cadă şi dispersie - cuvosoli se aplică prin procedeul de vopsire în două faze (tabelele 3.41 şi 3.42).

Pentru vopsirea cu amestecul de coloranţi dispersie/direcţi rezistenţi la lumină, prin procedeul în două faze, se efectuează: impregnarea, preuscarea, uscarea, termosolare (temperatura 200-210 °C, durata 30 secunde), impregnarea în soluţie concentrată de clorură de sodiu, aburirea (temperatura 100-105 °C, durata 3-5 min), tratamentele finale care includ retratări pentru îmbunătăţirea rezistenţelor vopsirilor.

Alegerea clasei de coloranţi şi a procedeului de vopsire se face în funcţie de următorii factori:

- economicitatea procedeului;
- utilajul de care se dispune;
- mărimea lotului de vopsit;
- nuanţa şi intensitatea;
- rezistenţele vopsirilor;
- raportul componentelor din amestec.

3.10 Vopsirea materialelor textile mixte

Ţesăturile mixte nu se pot vopsi intens cu coloranţi din aceeaşi clasă tehnologică. De exemplu, pentru ţesăturile mixte bumbac-poliester pentru fiecare componentă se utilizează clase tehnologice distincte de coloranţi. Poliesterul se vopseşte cu coloranţi de dispersie, iar pentru bumbac se recomandă coloranţi de cadă, reactivi, cuvosoli, direcţi, sulf, azoinsolubili sintetizaţi în fibră.

Pentru amestecurile cu până la 67 % poliester se recomandă metodele de fixare în două faze care cuprind termofixarea şi aburirea. În prima fază se vopseşte componenta poliesterică prin tratarea cu aer cald la temperatura de 200-210 °C timp de 60-90 s. În a doua fază se vopseşte componenta celulozică. Condiţiile de fixare se aleg în funcţie de clasa tehnologică destinată componentei naturale (tabelul 3.36).

Pentru amestecul de coloranţi dispersie şi reactivi, fixarea se efectuează concomitent pe ambele fibre prin termosolare (tabelul 3.37). Pentru a se obţine vopsiri de calitate se respectă următoarele condiţii: distribuţia uniformă a flotei în materialul textil şi realizarea unui grad de stoarcere avansat; după preuscarea cu radiaţii infraroşii conţinutul de umiditate din materialul textil să fie de 25-30 %; în timpul uscării cu aer cald ţesătura trebuie să fie încălzită uniform în două zone diferenţiate prin temperatură.

Deoarece este dificil de selecţionat coloranţii, frecvent se utilizează procedee vopsire în două faze (tabelele 3.38 şi 3.39).

Pentru vopsirea amestecurilor din bumbac (33 %) şi poliester (67 % utilizează coloranţi speciali livraţi de diferite firme, tabelul 3.40.

Amestecurile de coloranţi dispersie - cadă şi dispersie - cuvosoli se aplică pr procedeul de vopsire în două faze (tabelele 3.41 şi 3.42).

Pentru vopsirea cu amestecul de coloranţi dispersie/direcţi rezistenţi la lumină, prin procedeul în două faze, se efectuează: impregnarea, preuscarea, uscarea, termosolare (temperatura 200-210 °C, durata 30 secunde), impregnarea în soluţie concentrată de clorură de sodiu, aburirea (temperatura 100-105 °C, durata 3-5 min), tratamentele finale care includ retratări pentru îmbunătăţirea rezistenţelor vopsirilor.

Alegerea clasei de coloranţi şi a procedeului de vopsire se face în funcţie de următorii factori:

- economicitatea procedeului;
- utilajul de care se dispune;
- mărimea lotului de vopsit;
- nuanţa şi intensitatea;
- rezistenţele vopsirilor;
- raportul componentelor din amestec.

Tabelul 3.36 *Vopsirea amestecurilor bumbac (33 %) - poliester (67 %) cu coloranţi de dispersie*[*]

Operaţia		Compoziţia flotei (g/l sau ml/l) şi parametrii
Impregnarea dublă		Colorant de dispersie 10-30 Agent de antimigrare 10-60 Tripolifosfat de sodiu 2 pH = 5-5,6 Temperatura 20-40 °C Grad de preluare 55-60 %
Preuscarea IR		Densitatea de iradiere 5-18 kw/m^2 Distanţa între radianţi 30-35 mm
Uscarea		Temperatura în zona I 90 °C Temperatura în zona II 100 °C
Termosolarea		Temperatura 200-210 °C Durata 60-90 s
Tratament reductiv		Hidrosulfit de sodiu 25-50 Hidroxid de sodiu (32,5 %) 25-50 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 70-75 %
Aburirea		Temperatura 102-105 °C Durata 40 s
Spălarea	1	Apă rece 10-25 °C
	2	Apă caldă 55-55 °C
	3	Apă fierbinte 70-80 °C
Săpunirea	4,5	Agent de săpunire 2 Tripolifosfat de sodiu 2 Temperatura 90-95 °C
Spălarea	6,7	Apă fierbinte 70-80 °C
	8	Apă caldă 50-55 °C

[*] Se recomandă coloranţii de dispersie speciali, Cellestren. Fixarea în fibra celulozică se face cu ajutorul solventului Glyezin CD (BASF), caracterizat prin temperatură înaltă de fierbere. La termosolare dizolvă colorantul şi difuzează în interiorul fibrei. Prin răcire, cei doi componenţi se separă. Se recomandă material mercerizat.

Tabelul 3.37 *Procedeu de vopsire într-un singur stadiu cu coloranţi de dispersie şi reactivi a ţesăturilor mixte din bumbac - poliester**

Operaţia		Compoziţia flotei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea dublă		Colorant reactiv 5-15 Colorant de dispersie 10-25 Agent de antimigrare 20-60 Uree 20-25 Carbonat acid de sodiu 5-15 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 55-60 %
Preuscarea IR		Densitatea de iradiere 5-18 kw/m^2 Distanţa între radianţi 30-35 mm
Uscarea		Temperatura în zona I 80-90 °C Temperatura în zona II 100-110 °C
Termosolarea		Temperatura 200-210 °C Durata 65 s
Spălarea	1	Apă rece 20-25 °C
	2	Apă caldă 40-50 °C
	3,4	Apă fierbinte 70-80 °C
Săpunirea	5,6	Agent de săpunire 2 Temperatura 80-90 °C
	7,8	Apă fierbinte 80-70 °C

---

* Procedeul se pretează numai pentru vopsirea în nuanţe deschise şi mediu. Se poate utiliza pentru spălare maşina de tratamente chimice cu şase căzi: 1 - apă rece, 2 - apă la 60 °C, 3 - 3 cm^3/l NaOH 38°Be', 4 - 1 g/l Romopal LN la temperatura de 85 °C, 5 - apă la 60 °C, 6 - apă rece.

În cazul unor rezistenţe insuficiente la tratamente umede se repetă spălarea.

Tabelul 3.38 *Procedeul pad-dry-termofix-pad-steam de vopsire cu coloranţi de dispersie şi reactivi a ţesăturilor mixte bumbac - poliester*[**]

Operaţia		Compoziţia flotei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea dublă		Colorant de dispersie 5-15 Colorant reactiv 5-15 Uree 25-50 Agent de antimigrare 20-60 Tripolifosfat de sodiu 2 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 55-60 %
Preuscarea IR		Densitatea de iradiere 5-10 kw/m^2 Distanţa între radianţi 35-30 mm
Uscarea		Temperatura în zona I 80-90 °C Temperatura în zona II 100-110 °C
Termosolarea		Temperatura 200-210 °C Durata 65 s
Impregnarea		Hidroxid de sodiu (32,5 %) - 10[*] Clorură de sodiu - 150 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 75 %
Aburirea		Temperatura 102-105 °C Durata 40-60 s
Spălarea	1,2	Apă rece 10-25 °C
	3,4	Apă fierbinte 70-80 °C
Săpunirea	5,6	Agent de săpunire 2 Tripolifosfat de sodiu 2 Temperatura 95-100 °C
	7	Apă caldă 70-80 °C
	8	Apă caldă 60-70 °C

[*] - în ml/l;

[**] Prin folosirea amestecului sinergetic 30 g/l diciandiamidă şi 5 g/l acetat de sodiu se poate asigura fixarea numai prin termosolare la temperaturi de 200-210 °C a coloranţilor diflorclorpirimidinici de tip Drimaren R (Sandoz), conform succesiunii: fulardare, uscare, termosolare, spălare.

Tabelul 3.39 *Procedeul pad-dry-termosol-pad-steam pentru compoziția 67/33 bumbac/poliester în urzeală și vâscoză în bătătură*

Operația		Compoziția flotei (g/l sau ml/l) și parametrii tehnologici
Impregnarea dublă		Colorant de dispersie x, colorant reactiv y, agent de dispersare 2, uree 25-30, carbonat de sodiu 10, Alginat de sodiu 2, temperatura 25-35 °C, grad de preluare 60-65 %
Preuscarea IR		Densitate iradiere 5-10 kW/m^2, umiditate reziduală 30%
Uscarea		Temperatura 120-130 °C
Termofixarea		Temperatura 185-200 °C
Impregnarea		Carbonat de sodiu 10, clorură de sodiu 10, temperatura 20-25 °C, grad de stoarcere 80-90 %
Aburirea		Temperatura 103-105 °C, durata 60-180 s
Spălarea	1,2	Apă rece 20-25 °C
Săpunirea	3,4	Tensid anionic 2, hexametafosfat de sodiu 1, temperatura 80-95 °C
	5	Apă fierbinte 80-85 °C
	6	Apă caldă 30-40 °C

Tabelul 3.40 *Amestecuri de coloranți pentru vopsirea țesăturilor mixte din bumbac - poliester*

Compoziția amestecului de coloranți	Denumirea comercială	Firma producătoare (țara)
Dispersie și reactivi	Drimafon Procilen Respocoton Remaron Helasin	Sandoz ICI Bayer Höechst Polonia
Dispersie și cadă	Cottestren Resitren Teracoton Procilen Poliestren A Unitron	BASF Bayer Ciba-Geigy Rusia Höechst Japonia
Dispersie speciali	Daibl Cellestren	Du Pont BASF
Dispersie și cuvosoli	Terindosol	Ciba-Geigy

Tabelul 3.41 Procedeul de vopsire cu coloranți de cadă și de dispersie a amestecurilor din bumbac - poliester (33/67)[**]

Operația		Compoziția flotei (g/l sau ml/l) și parametrii tehnologici
Impregnarea dublă		Colorant de dispersie 5-15 Colorant de cadă 5-15 Agent de antimigrare 20-60 Tripolifosfat de sodiu 2 pH = 6-6,5 Temperatura 20-40 °C Grad de preluare 55-60 %
Preuscarea IR		Densitatea de iradiere 5-10 kw/m^2 Distanța între radianți 35-30 mm Umiditatea reziduală 30 %
Uscarea		Temperatura în zona I 90 °C Temperatura în zona II 110 °C
Termosolarea		Temperatura 200-210 °C Durata 90 s
Impregnarea		Hidrosulfit de sodiu 55-75 Hidroxid de sodiu (32,5 %) 100-150* Clorură de sodiu 10-20 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 70-75 %
Aburirea		Temperatura 102-105 °C Durata 40 s
Spălarea	1,2	Apă rece 20-25 °C
Oxidarea	3,4	Peroxid de hidrogen (100 %) 2 * Acid acetic (85 %) - 0,5 * Temperatura 55-60 °C
Săpunirea	5,6	Agent de săpunire 2 Tripolifosfat de sodiu 2 Temperatura 90-100 °C
	7	Apă fierbinte 60-70 °C
	8	Apă caldă 40-50 °C

* - în ml/l;

[**] La alegerea coloranților de cadă se are în vedere folosirea formelor fizice înalt disperse (tip Microdispers, Coloisol etc.), care în condițiile de vaporizare să se poată fixa pe componenta celulozică.

Tabelul 3.42 *Procedeul de vopsire cu amestecul de coloranți dispersie și cuvosoli a țesăturilor din bumbac și poliester (33/67)*[**]

Operația		Compoziția flotei (g/l sau ml/l) și parametrii tehnologici
Impregnarea dublă		Colorant de dispersie 20 Colorant cuvosol 10 Agent de antimigrare 10-60 Agent de udare 0,5 Temperatura 35 °C Grad de preluare 90 %
Preuscarea IR		Densitatea de iradiere 5-15 kw/m^2
Uscarea		Temperatura 120 °C
Termosolarea		Temperatura 200 °C Durata 90 s
Impregnarea		Azotit de sodiu 6 Clorură de sodiu 30 Temperatura 20-25 °C Grad de preluare 90 %
Developarea	1	Acid sulfuric (1,84 g/cm^3) 20* Uree 2 Temperatura 70 °C
Spălarea	2,3	Apă rece 20-25 °C
	4	Apă caldă 50-60 °C
Neutralizarea	5	Carbonat de sodiu 10 Temperatura 70-80 °C
Săpunirea	6	Agent de săpunire 2 Temperatura 90-100 °C
Spălarea	7	Apă fierbinte 70-80 °C
	8	Apă caldă 50-60 °C

* - în ml/l;

[**] Cu coloranții cuvosoli de tip Indigosol se poate realiza vopsirea concomitentă a ambelor fibre în proces continuu, în nuanțe deschise, uniforme și cu rezistențe deosebite. Se aplică tehnologia: fulardare I (x g/l cuvosol, 1 g/l Na_2CO_3, 1-2 g/l Inmuiant rapid C, 5-15 g/l $NaNO_2$, GP = 50-60 %, T = 55-60 °C), fulardare II (20 cm^3/l H_2SO_4, T = 50-60 °C, GP = 70 %), pasaj în aer (t = 30 s), spălare, neutralizare, săpunire, spălare.

BIBLIOGRAFIE

1. G. E.Kricevski - *Himiceskaia tehnologhiia tekstilnâh materialov*, Moskva, 1985;
2. *** - *Cartele de coloranţi*;
3. B. N. Melnikov - *Fizico-himiceskie osnovâ proţ. otdel. proiz.*, Moskva, 1982;
4. V. F. Androsov - *Sinteticeskie krasitelei vâ legkoi promâslenosti*, Moskva, 1989;
5. B. N. Melnikov - *Teoret. osnovâ tehn. kraş. volok. mat.*, Legkaia Industriia, Moskva, 1978;
6. G. E. Kricevski - *Aktivnâe krasiteli*, Moskva, 1968;
7. M. A. Leonova - *Himi himiceskaia tehn*, 1970, 9, p. 1346;
8. I. Wolff - *Textilveredlung*, 1990, 6, p. 213;
9. I. P. Luttringer - *Textilverdlung*, 1990, 10, p. 311;
10. B. N. Melnikov - *Otdelka hlopciatobumajnâh tkanei*, Moskva, 1991;
11. L. M. Golomb - *Fiziko-him. osn. zakl. op. kraş. kub. kras.*, Moskva, 1964;
12. M. V. Andreeva - *Kraşenie smesei poliefirnâh vol. sâ nat.*, Moskva, 1978;
13. T. Forst - *Tehn. vopsirii şi imprimării mat. textile*, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1983;
14. M. G. Romanova - *Aktivnâe krasiteli vâ tekstilnoi promâşlenosti*, Moskva, 1986;
15. V. O. Stepanenko - *Him. prom.*, 1983, 11, p. 655;
16. D. M. Lewis - *Mell. Textileberichte*, 1986, 10, p. 717;
17. A. Bühler - *Mell. Textilberichte*, 1967, p. 693;
18. W. Mosimann - *Textile Chem. a Colonist*, 1969, 1, p. 282;
19. D. Mäusezahl - *Textilveredlung*, 1970, 5, p. 839;
20. T. Dawson - *J. Soc. Dyers Colourists*, 1964, p. 134;
21. B. N. Melnikov - *Primenenie krasitelei, Himiia*, Moskva, 1986, p. 129.

CAPITOLUL 4

IMPRIMAREA MATERIALELOR TEXTILE

4.1 Generalităţi

Imprimarea reprezintă o localizare a proceselor de vopsire, corodare, rezervare sau de obţinere a unor efecte speciale. Drept mediu purtător de coloranţi şi substanţe auxiliare se folosesc sisteme coloidale sau emulsii care permit localizarea proceselor la o suprafaţă determinată de desenul aplicat [1].

Indiferent de natura colorantului sau a auxiliarilor chimici, pasta de imprimare trebuie să satisfacă următoarele cerinţe: să aibă o anumită consistenţă care să asigure obţinerea unui contur clar şi precis, să umecteze suprafaţa materialului textil, să ia forma adecvată a şablonului, să se transfere sub presiune prin sită, să se distribuie uniform în suportul textil, să prezinte stabilitate în timp, să se îndepărteze uşor prin spălare [2].

Pentru obţinerea pastelor de imprimare se folosesc aglutinanţi, tabelele 4.1 şi 4.2 [3]. De perspectivă sunt aglutinanţii cu uscare rapidă pe bază de acizi α nesaturaţi şi anhidridă maleică sau aglutinanţii biomasă obţinuţi din N-parafine. Un loc deosebit îl ocupă aglutinanţii tip spumă [3], (vezi cap. 8).

În ceea ce priveşte procedeele de imprimare se cunosc imprimarea directă, imprimarea prin corodare, imprimarea prin rezervare, imprimarea prin transfer şi efecte speciale obţinute pe cale termomecanică.

Tabelul 4.1 *Tipuri comerciale de aglutinanți*

Țara	Denumirea
Aglutinanți pe bază de amidon	
Germania	Amidon textil 3402; Solvitex A, BG, ST; Diatex S, SG; Prisulon ABS, SF, SFD
Elveția	Coloprint CM
Esteri de amidon	
Germania	Solvitoză H-4M; KLRF; Solvitoza C-5; Monagum W, N; Vesopret 625, ST 17106
Gume	
Germania	Gumă supercristalină; Lamegum; Diagum N, R, RB; Karagum SI extra; Karagum SI super; Tragu 54;
Iran	Gumă arabică; Gumă tragant; Nopkofatgum W;
Anglia	Poligum 225.
Făină de guaranți	
Franța	Guarant BV/10, GSM-1/E, GSM-1/SR, GSM-2, GSM-3/SR, GSM-4, GSM-5, GSM-8, GE, GSM/408, P/N; GSM/412, GSM 5500, GSM/1750, GSM/2500; Guarant HV (cu emulgator).
Elveția	Meiprogum AC, AC-7, CR, CRT, NP, NP-8, NP-8/RO, NP-16, NP-25; Meiprogum PA, PAM, PAT.
Germania	Gumă-solvitoză OFA, OFC, OFC-10.
Făină de roșcove	
Germania	Lametan; Lameprint A, P-M, M-RV; 36, VP-11/450; Alkagum REIN, RE; Alkaprint 625; Diaprint NSG, REG; Diaprint MR, HL, KL, S, 1022 (în amestec cu amidon); Diaprint AF (făină hidrolizată); Diagum D (făină hidrolizată);
Italia	Idalca A, A-HV, AG, AG-BV, AG-HV, A-BV, PA-1, PA-2, PA-3, PA-30, SR-H/60, SRM/60, SC-C/60, S, ST/E, 759, U, U-BV, U-HV, UG-HV, UG, UG-BV; Idalca AE, A, PA/E;
Elveția	Poliprint M-102, MV, M-105, HV, Mulutus HV; Poliprint CHP-54.
Alginați de sodiu	
Franța	Alginat HV, TBV, TBVH;
Germania	Selcaginat 80, TAV, HV, HV/V, HR, TBV/C; TBV/1, TBV/1P, TBV/K, TB/S, AP 20/30, A/HV, HV/KP
Norvegia	Diaganat G

Germania	Dialgin HV, HV/B, M, MB, HMS/3, NMV
S.U.A.	Kelgin F, LV, MV, XL; Keltex S;
Norvegia	Lamitex S, ATP, CN, L-10, LL, L, H, CO, M5;
Anglia	Manutex F, FMR, RS, RSX, RSR, VF (pH = 10), VK (stabilizat), EHF (cu emulgator), FX (cu uree), FX5 (cu sulfat de sodiu)
Caraghenaţi de sodiu	
Franţa	Caraghenat B-250; Asmagus C; Gomarine CKM.

Tabelul 4.2 ***Caracteristicile aglutinanţilor, metode de pregătire şi proprietăţi***

Aglutinantul	Concentraţia g/kg	Metoda de pregătire	Proprietăţile aglutinantului şi pastei	Domenii de utilizare
Alginat de sodiu	40-80	În apă caldă, sub agitare, se introduce alginatul de sodiu. După omogenizare, se încălzeşte la 80-85 °C şi se fierbe timp de 1-3 h până la obţinerea unei mase uniforme. Ulterior se răceşte şi se filtrează. În unele cazuri se adaugă hexametafosfat de sodiu.	Aglutinantul are o capacitate bună de omogenizare. Se îndepărtează uşor de pe ţesătură prin spălare. Se evită utilizarea apei cu conţinut de ioni metalici (Mg^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}).	Pentru pregătirea paselor de imprimare cu coloranţi reactivi, cadă etc. În cazul utilizării în mediu acid se adaugă acetat de amoniu sau fosfat acid de amoniu.
Tragant	60-100	După umectare se încălzeşte în timp de o oră până la fierbere şi, apoi, se continuă fierberea până la obţinerea unei mase uniforme.	Aglutinantul este stabil la acţiunea acizilor slabi. În mediu alcalin este instabil, modificându-şi consistenţa.	Pentru pregătirea pastelor de imprimare cu coloranţi de cadă şi dispersie. Este compatibil cu alginat sau amidon.
Gume (arabică, senegaleză)	300-700	În apa caldă (90-95 °C) se presoară guma şi, sub agitare, se încălzeşte timp de 4 ore, se menţine la 95-97 °C până la obţinerea unei mase omogene. După răcire se filtrează.	Soluţiile coloidale de gume se caracterizează printr-o înaltă vâscozitate care nu se modifică sub acţiunea acizilor organici. În prezenţa sărurilor metalelor grele se formează precipitate. Se îndepărtează uşor de pe ţesătură.	Se recomandă pentru pregătirea pastelor de imprimare cu coloranţi de cadă.

Amidon	100-200	Amidonul se amestecă cu apă rece până la obţinerea unei mase omogene. Se adaugă acid sulfuric se încălzeşte până la 95-97 °C şi se menţine 1-2 ore la fierbere. În final se neutralizează cu acetat de amoniu.	Deoarece se obţine o peliculă greu penetrabilă de către colorant se amestecă cu tragant, dextrine, alginat de sodiu, obţinându-se... şi stabilitate în timp.	Se recomandă pentru pregătirea pastelor de imprimare cu toate clasele de coloranţi, cu excepţia coloranţilor reactivi.
Dextrine	350-550	În apă rece, sub agitare, se adaugă dextrină, se ridică temperatura la 70 °C şi se menţine la această temperatură timp de 1-2 ore. După răcire se filtrează.	Aglutinantul se conservă în timp şi se îndepărtează uşor de pe materialul textil. Nu este sensibil la acţiunea alcaliilor şi se foloseşte în amestec cu amidon, tragant etc.	Pentru imprimarea directă cu coloranţi de cadă, imprimarea prin rezervare, imprimarea prin corodare.
Solvitoze	60-100	În apă rece, sub agitare, se adaugă solvitoza, se încălzeşte la 80-85 °C şi se continuă agitaţia până la obţinerea unei mase omogene.	Caracterizată prin solubilitate bună, stabilitate la acţiunea alcaliilor, acizilor, electroliţilor şi în timp. Instabil în prezenţa sărurilor de Cr şi Al. Lavabilă.	Pentru imprimare cu coloranţi reactivi, cadă (metoda cu rongalită-alcalii).
arboximetil celuloza	60-120	În apă caldă (30-35 °C) se adaugă, sub agitare, CMC şi după 2-4 ore se obţine o masă omogenă.	Se obţine o soluţie coloidal-dispersă, uniformă, şi, pe ţesătură, o peliculă elastică, lavabilă.	Pentru obţinerea imprimeurilor cu coloranţi azoinsolubili sintetizaţi în fibră.
etilceluloza	30	În apă fierbinte (90-95 °C) se adaugă metilceluloza (MC) sub agitare şi se completează cu apă rece până la volumul necesar. După răcire se filtrează.	Inadecvată pastelor de imprimare ce conţin alcalii, solvenţi organici. Se îndepărtează de pe suportul imprimat cu apă rece, mai uşor decât cu apă fierbinte.	Pentru imprimarea cu coloranţi reactivi, azoinsolubili sintetizaţi în fibră, pigmenţi.
oliacrilamida in acrilonitril acid sulfuric la 90 °C)	15-40	Acrilamida, singură, se utilizează foarte puţin. În cazul amestecului cu amidon, după pregătirea dispersiei, în apă rece, se adaugă acrilamida.	Deoarece se transferă greu pe suportul textil se amestecă cu amidon, tragant, CMC, APV etc.	Pentru imprimarea cu coloranţi de cadă şi nazoinsolubili sintetizaţi în fibră.

4.2 Imprimarea directă

Imprimarea directă reprezintă în principiu localizarea procesului de vopsire în limitele unui desen pe țesături albe sau vopsite pastel. Imprimarea directă poate fi efectuată într-o **fază** (imprimare - uscare - fixare - tratamente finale) sau în **două faze** (imprimare - uscare - fulardare cu agent de fixare - fixare - tratamente finale). O pastă pentru imprimarea directă conține coloranți selecționați, substanțe pentru declanșarea mecanismului tinctorial, solvenți, aglutinanți (tabelele 4.3, 4.4, 4.5) [4].

Tabelul 4.3 ***Compoziția pastelor pentru imprimarea directă, g/kg***

Sistemul tinctorial	Aglutinant	Solvent	Accelerator	Oxidant	Alcalii, acid	Alți auxiliari
Celulozice-cadă	Dextrine-y	Glicerină-50	-	-	Carbonat de sodiu 100-150	Rongalită 100-150, Uree 100-200
Celulozice-direcți	Amidon modificat-y	Glicerină, glicoli-50	-	Oxidant NBS-10	-	Uree 100-200
Orice-pigmenți	Emulsie-y	-	-	-	Azotat de amoniu 15	Uree-20, Liant 100, Reticulant-40
L, MN, PA - coloranți acizi, premetalați	Gume naturale modificate-y	Glicoli-50	Tiouree-20	-	Tartrat de amoniu-20	Uree 50-100
Acetat de celuloză-dispersie	Gume, dextrine-y	Alcoolii alifatici 30-60	-	Clorat de sodiu	Sulfat de amoniu-5	Uree-20
PA, PAN-dispersie	Gume naturale-y	Glicoli-50	Tiouree-40	-	-	Uree-200
PAN-cationici	Gume naturale-y	Alcooli 20-50	-	-	Acid tartric pH=5	Agent hidrotrop-5, SAS N 5-10
PES, TA-dispersie	Dextrine, gume naturale, semiemulsii-y	Glicoli-20, Alcooli alifatici 40-80	Derivați aromatici-10, Tiouree-40	Oxidant NBS 1-3, Clorat de sodiu 1-5	$(NH_4)_2SO_4$ - 5, NaH_2PO_4 - 5	Uree 20-40, SAS N 5-10

Tabelul 4.4

Condiţii de fixare pentru diferite sisteme tinctoriale în imprimarea directă [4]

Sistemul tinctorial	Abur saturat (102-105 °C)	Abur sub presiune	Abur supraîncălzit	Aer cald
Celulozice-direcţi, cadă	30'-40'	-	-	-
Proteice-acizi, premetalaţi	40'-60'	-	-	-
PAN-cationici	-	20-30' (1,4-0,3 at)	-	-
AS-dispersie	30'-50'	20-40' (1,3-0,5 at)	-	-
TA-dispersie	20'-30'	20-30' (1,5-0,5 at)	4'-6' (180-160 °C)	45"-60" (200-180 °C)
PES-dispersie	30'-45'	15-20' (1,8-2 at)	6'-8' (180-160 °C)	45-90" (210-190 °C)
PA-dispersie	20'-30'	20-30' (0,8-0,5 at)	4'-6' (170-150 °C)	-
PAN-dispersie	30'-50'	20-40' (1,0-0,5 at)	4'-6' (150-130 °C)	-
Fibre-pigmenţi	-	-	-	3-5' (150-130 °C)

Tabelul 4.5

Imprimarea directă a amestecurilor binare [4]

Amestecul	Coloranţi	Aglutinant	Agent de fixare	Oxidant	Agent hidrotrop	Condiţii de fixare
Celulozice-poliester	Reactivi-dispersie	Alginat de sodiu	$NaHCO_3$-8 Accelerator 8	Oxidant NBS-10	Uree-50	20-30' (2,5 at) 6-8' (180-165 °C) 1-2' (200-180 °C)
	Direcţi-dispersie	Amidon eterificat	-	$NaClO_3$-10	Uree-100	30' (1,2-1,5 at))
	Dispersie	Alginaţi-esteri de amidon	PEG-100 NaH_2PO_4-5	$NaClO_3$-10	-	1' (200 °C)
L-PAN	Cationici	Gume modificate	Acid tartric	-	Uree-50	30' (102 °C)
L-PES	Premetalaţi-dispersie	Eteri de amidon	$(NH_4)_2SO_4$-30 Accelerator-10	-	Glicoli-50	20' (1,5 at)
	Reactivi-dispersie	Alginaţi	pH = 6	Oxidant NBS 30	-	20' (1,5 at) 45" (195 °C)
Orice amestec	Pigmenţi	Emulsie	-	-	-	3-5' (150-130 °C)

Tabelul 4.4

Condiții de fixare pentru diferite sisteme tinctoriale în imprimarea directă [4]

Sistemul tinctorial	Abur saturat (102-105 °C)	Abur sub presiune	Abur supraîncălzit	Aer cald
Celulozice-direcți, cadă	30'-40'	-	-	-
Proteice-acizi, premetalați	40'-60'	-	-	-
PAN-cationici	-	20-30' (1,4-0,3 at)	-	-
AS-dispersie	30'-50'	20-40' (1,3-0,5 at)	-	-
TA-dispersie	20'-30'	20-30' (1,5-0,5 at)	4'-6' (180-160 °C)	45"-60" (200-180 °C)
PES-dispersie	30'-45'	15-20' (1,8-2 at)	6'-8' (180-160 °C)	45-90" (210-190 °C)
PA-dispersie	20'-30'	20-30' (0,8-0,5 at)	4'-6' (170-150 °C)	-
PAN-dispersie	30'-50'	20-40' (1,0-0,5 at)	4'-6' (150-130 °C)	-
Fibre-pigmenți	-	-	-	3-5' (150-130 °C)

Tabelul 4.5

Imprimarea directă a amestecurilor bina

Amestecul	Coloranți	Aglutinant	Agent de fixare	Oxidant	Agent hidrotrop	Condiți fixare
Celulozice-poliester	Reactivi-dispersie	Alginat de sodiu	NaHCO$_3$-8 Accelerator 8	Oxidant NBS-10	Uree-50	20-30' (2,5 at) 6-8' (180-165 °C) 1-2' (200-180 °C)
	Direcți-dispersie	Amidon eterificat	-	NaClO$_3$-10	Uree-100	30' (1,2-1,5 at))
	Dispersie	Alginați-esteri de amidon	PEG-100 NaH$_2$PO$_4$-5	NaClO$_3$-10	-	1' (200 °C)
L-PAN	Cationici	Gume modificate	Acid tartric	-	Uree-50	30' (102 °C)
L-PES	Premetalați-dispersie	Eteri de amidon	(NH$_4$)$_2$SO$_4$-30 Accelerator-10	-	Glicoli-50	20' (1,5 at)
	Reactivi-dispersie	Alginați	pH = 6	Oxidant NBS 30	-	20' (1,5 at) 45" (195 °C)
Orice amestec	Pigmenți	Emulsie	-	-	-	3-5' (150-130 °C)

Obținerea de rezultate optime la imprimarea cu coloranți reactivi este determinată de un complex de proprietăți: solubilitatea, capacitatea de reacție, gradul de fixare în fibră, afinitatea față de fibră. La imprimarea într-o **fază**, fig. 4.1, toate componentele necesare pentru fixarea coloranților reactivi sunt conținute în pasta de imprimare.

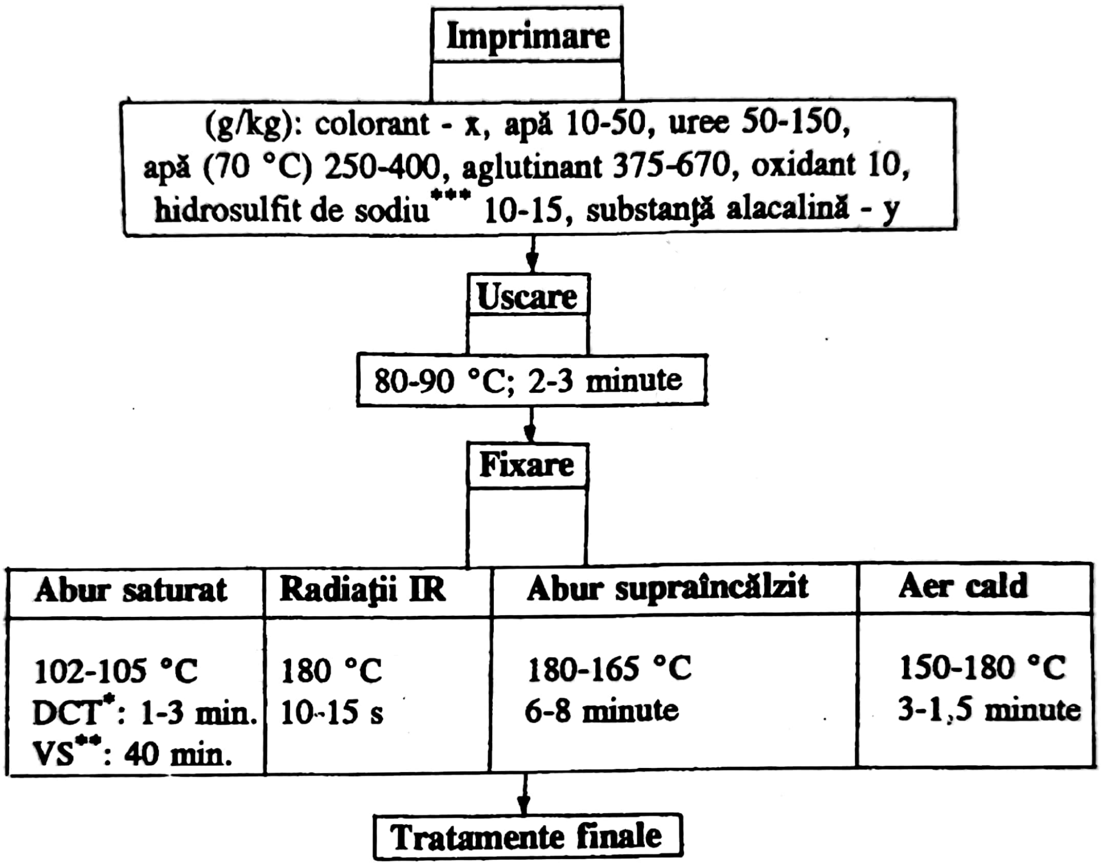

Imprimare
(g/kg): colorant - x, apă 10-50, uree 50-150, apă (70 °C) 250-400, aglutinant 375-670, oxidant 10, hidrosulfit de sodiu*** 10-15, substanță alcalină - y
Uscare
80-90 °C; 2-3 minute
Fixare
Abur saturat
102-105 °C
DCT*: 1-3 min.
VS**: 40 min.
Radiații IR
180 °C
10-15 s
Abur supraîncălzit
180-165 °C
6-8 minute
Aer cald
150-180 °C
3-1,5 minute
Tratamente finale

Fig. 4.1 Variante tehnologice de imprimare cu coloranți reactivi, într-o fază

* DCT - coloranți diclortriazinici; ** VS - coloranți vinilsulfonici;
*** sistemul oxidant/reducător tamponează redox sistemul abur/aer

În varianta de imprimare în două faze, pasta de imprimare nu conține substanță alcalină. Fixarea se efectuează prin tratarea țesăturii (imprimate și uscate) cu agentul alcalin în faza a doua (fig. 4.2) [5].

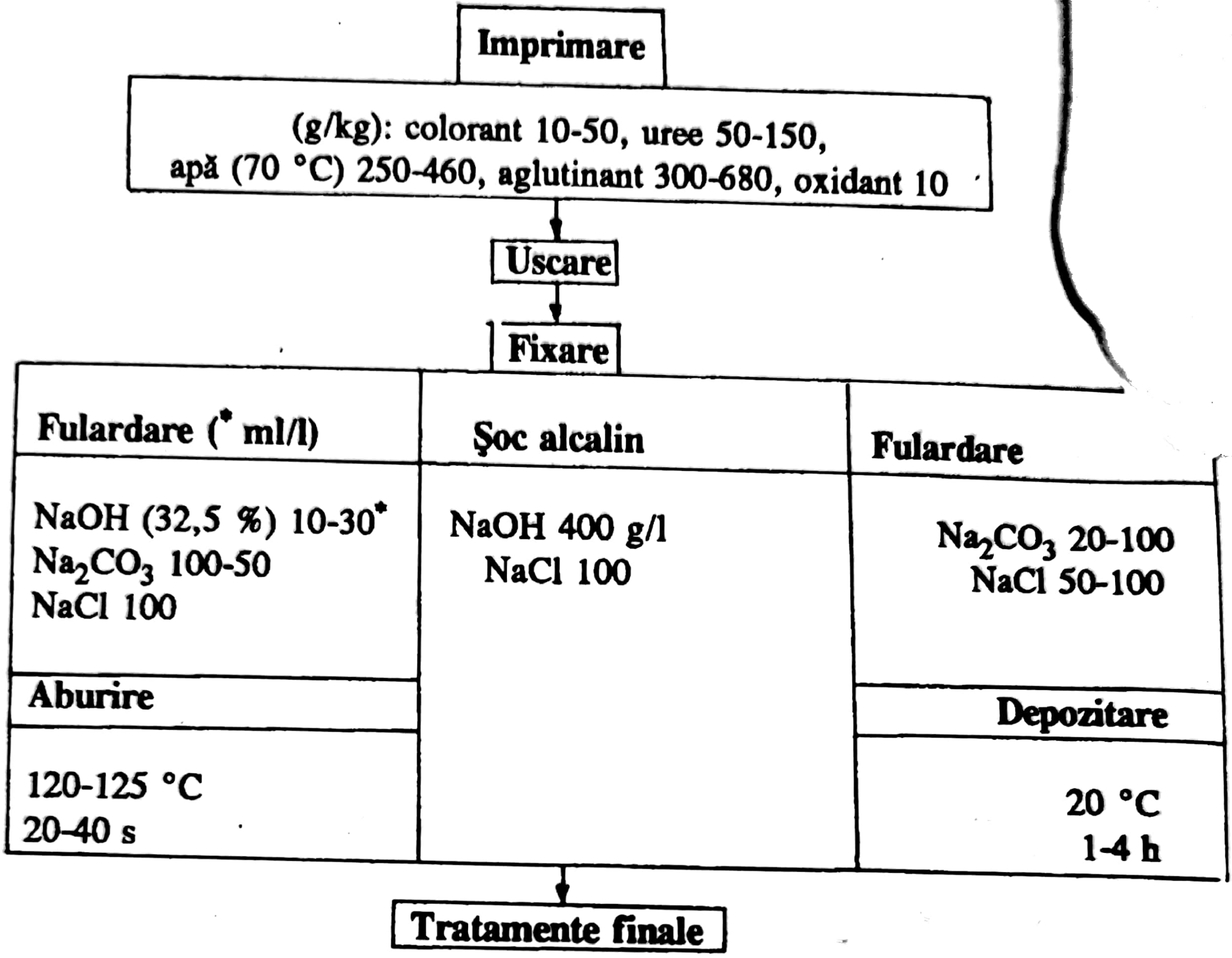

Imprimare
(g/kg): colorant 10-50, uree 50-150,
apă (70 °C) 250-460, aglutinant 300-680, oxidant 10
Uscare
Fixare
Fulardare (* ml/l)
NaOH (32,5 %) 10-30*
Na2CO3 100-50
NaCl 100
Aburire
120-125 °C
20-40 s
Şoc alcalin
NaOH 400 g/l
NaCl 100
Fulardare
Na2CO3 20-100
NaCl 50-100
Depozitare
20 °C
1-4 h
Tratamente finale

Fig. 4.2 Variante tehnologice de imprimare cu coloranţi reactivi în două faze

În variantele propuse, alegerea colorantului şi a compoziţiei pastei de imprimare este determinată de metoda de fixare.

Ureea introdusă în sistem produce solubilizarea colorantului, menţine umiditatea şi umezeşte zona imprimată la aburire. În varianta de fixare la temperatură înaltă, ureea se topeşte şi formează o fază necesară pentru difuzia şi reacţia colorantului cu grupele hidroxilice (vezi cap. 7). Cantitatea de uree din pasta de imprimare depinde de natura suportului textil, de caracteristicile tinctoriale ale colorantului şi de condiţiile de fixare. La imprimarea bumbacului se introduce 1/3 din cantitatea necesară pentru imprimarea vâscozei. Cu cât conţinutul de umiditate la fixare este mai mare, cu atât mai mică va fi cantitatea de uree. De regulă, la imprimarea ţesăturilor de bumbac, pentru fixarea cu abur saturat (102-105 °C), în pastă se introduc 100-150 g/kg uree. În variantele de fixare la temperatură înaltă, cantitatea de uree creşte până la 200 g/kg. Agentul oxidant (mnitrobenzen sulfonatul de sodiu) protejează colorantul de acţiunea reducătoare a celulozei şi a mediului de fixare (vaporii de apă). Agentul alcalin se recomandă a fi carbonatul de sodiu (10-15 g/kg) pentru coloranţii diclortriazinici (DCT) şi carbonatul acid de sodiu (15-20 g/l) pentru coloranţii monoclortriazinici (MCT) sau vinilsulfonici (VS). Cu carbonat acid de sodiu se asigură o stabilitate mai mare a imprimeurilor în timp (conservare). Drept aglutinanţi nu se recomandă amidon, dextrine, tragant, alcool polivinilic, deoarece conţin grupe hidroxilice. Curent se utilizează alginat de sodiu, carboximetilceluloza cu gradul de substituţie mai mare de 30 %. Pentru imprimarea cu coloranţi reactivi se recomandă compoziţiile din tabelul 4.6.

În procedeul de imprimare în **două faze**, aglutinanţii trebuie să coaguleze sub acţiunea agenţilor alcalini din flota de impregnare şi să formeze o peliculă poroasă.

Tabelul 4.6 *Compoziţia pastelor de imprimare cu coloranţi reactivi, g/kg*

Component	Metoda de fixare	
	Aer cald	Abur saturat
Uree	150	50-100
Apă	150	250
Agent oxidant	10	10
Carbonat acid de sodiu	15	25
Carbonat de sodiu	10	10
Aglutinant	665	765-715

Pelicula formată nu trebuie să se distrugă prin stoarcere sau sub influenţa temperaturii.

Tehnologia de spălare se desfăşoară întocmai ca şi la vopsire (tabelul 3.12). În calitate de agenţi de udare se recomandă tenside neionice sau cationice. Tensidele anionice împiedică îndepărtarea colorantului nefixat şi murdăresc fondul (v. anexele).

Prin utilizarea **coloranţilor de cadă** la imprimare se asigură obţinerea de imprimeuri cu rezistenţe deosebite şi într-o largă gamă coloristică. Imprimarea poate fi efectuată în variantele prezentate în fig. 4.3.

În varianta cu **alcalii-hidrosulfit**, forma fizică a coloranţilor nu prezintă importanţă, deoarece starea înalt-dispersă este asigurată prin reducere. În stadiul de aburire, oxidarea colorantului este împiedicată de rongalită care acţionează la temperaturi mai mari de 100 °C (tabelul 4.7).

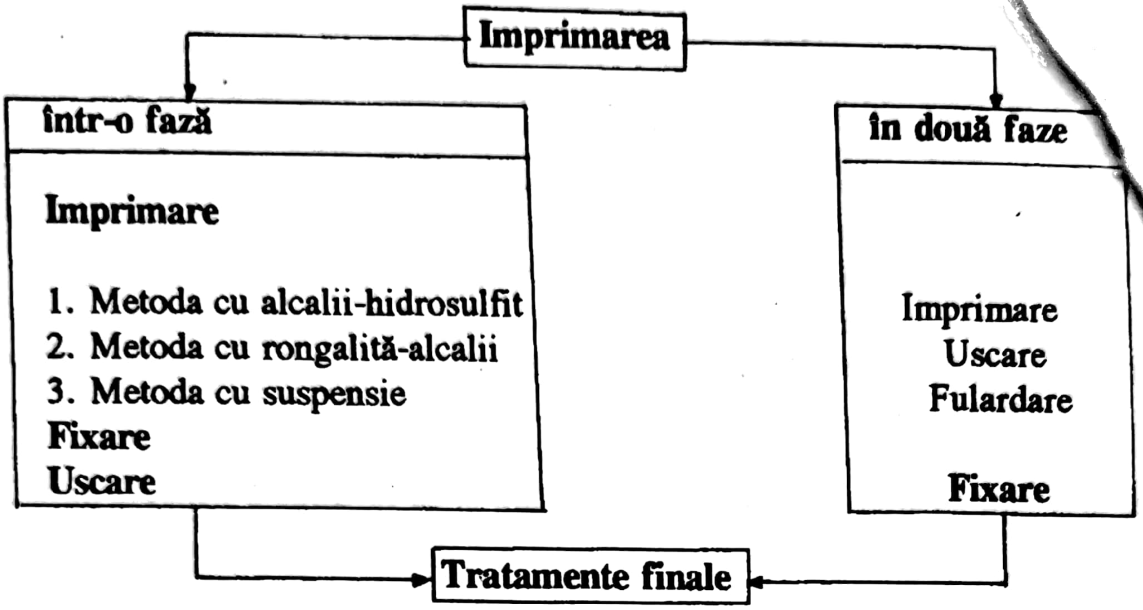

Imprimarea
într-o fază
Imprimare
1. Metoda cu alcalii-hidrosulfit
2. Metoda cu rongalită-alcalii
3. Metoda cu suspensie
Fixare
Uscare
în două faze
Imprimare
Uscare
Fulardare
Fixare
Tratamente finale

Fig. 4.3 Variante de imprimare cu coloranţi de cadă

Tabelul 4.7 *Compoziţia pastelor de imprimare cu coloranţi de cadă, g/kg*

Component	Metoda	
	Rongalită-alcalii	Hidrosulfit-alcalii
Glicerină	50	30
Carbonat de potasiu (1:1 cu apa)	160	100
Rongalită (2:3 cu aglutinantul)	125	125
Uree (1:1 cu apa)	-	100
Aglutinant	665	645

În atmosfera de abur saturat colorantul difuzează din peliculă în interiorul fibrei, iar în etapele finale (spălare, oxidare, săpunire) se definitivează forma iniţială, neredusă. Pentru prepararea pastei se utilizează aglutinanţii: amidon-tragant, dextrine, amidon-poliacrilamidă. Imprimarea cuprinde etapele: depunerea pastei, uscarea, aburirea (103-105 °C, 6-8 minute), oxidarea (apă rece, 2-3 g/l peroxid de hidrogen 130 % şi 2-3 ml/l acid acetic (30 %) la temperatura de 40-50 °C), spălarea, săpunirea (2-3 g/l săpun, 2-3 g/l carbonat de sodiu la temperatura de 98-100 °C), spălarea.

În imprimarea prin **metoda cu rongalită-alcalii** se utilizează formele înalt disperse ale coloranţilor şi compoziţiile de imprimare din tab. 4.7. După imprimare, suportul textil se abureşte la temperatura de 103-105 °C timp de 8-10 minute. Ulterior se efectuează tratamentele finale (spălare, oxidare, spălare, săpunire, spălare).

Într-o variantă intensivă cu rongalita-alcalii se propune: depunerea pastei (tabelul 4.8), uscarea, aburirea (103-105 °C, 1-3 min.), spălarea, săpunirea, spălarea. Ca agenţi de intensificare se folosesc ureea şi glicerina.

Tabelul 4.8 *Compoziţia pastei de imprimare în varianta intensivă de imprimare cu coloranţi de cadă (g/kg)*

Component	Compoziţia	
	I	II
Colorant de cadă	x	x
Glicerină	10	10
Uree	100	100
Rongalită cu aglutinant (1:1)	100	100
Carbonat de sodiu (50 %)	120	120
Bisulfit de sodiu (19,8 %)	50	50
Complex de cobalt cu dimetilglioximă şi tiouree*	0,5	-
Clorură de cobalt	-	0,25
Dimetilglioximă	0,25	0,25
Aglutinant	y	y

* catalizator redox (vezi cap. 7).

În varianta de imprimare în **două faze** se folosesc coloranţii cu dispersitate înaltă. Pasta de imprimare conţine colorant, aglutinant şi apă. Se recomandă folosirea de aglutinanţi micşti capabili să coaguleze sub influenţa mediului de reducere aplicat prin fulardare (amidon-poliacrilamidă, amidon-alginat, alginaţi cu viscozitate înaltă). După uscare, fulardarea se efectuează la temperatura de 20-25 °C cu compoziţia (g/l): hidroxid de sodiu 35, hidrosulfit de sodiu 50-70, carbonat de sodiu 25-75, aglutinant 200. Reducerea colorantului şi difuzia în fibră au loc în timpul încălzirii ţesăturii la temperatura de 125-140 °C, timp de 12-25 s. Ulterior se efectuează tratamentele finale.

Varianta intensivă de imprimare în **două faze** presupune depunerea pastei de imprimare cu compoziţia din tabelul 4.9, uscarea, fulardarea cu compoziţia din tabelul 4.10, tratarea termică în mediu de abur supraîncălzit la temperatura de 120 °C timp de 12-25 s, tratamente finale.

Tabelul 4.9 *Compoziția pastelor de imprimare cu coloranți de cadă în metoda intensivă în două faze, g/kg*

Componenta	Varianta		
	1	2	3
Colorant de cadă	50-60	50-60	50-60
Glicerină	50	50	50
Uree	100	100	100
Complex de cobalt cu Dimetilglioximă și tiouree*	0,5	-	-
Clorură de cobalt	-	0,25	0,25
Dimetilglioximă	-	-	0,25
Aglutinant	y	y	y

* catalizator de reducere (vezi cap. 7).

Tabelul 4.10 *Compoziția soluției de fulardare în metoda intensivă de imprimare în două faze cu coloranți de cadă, g/l*

Component	Varianta		
	1	2	3
Rongalită (73 %)	25	25	25
Hidroxid de sodiu	10	10	10
Dimetilglioximă*	-	0,25	-

* catalizator de reducere (vezi cap. 7).

Imprimarea țesăturilor din **fibre celulozice** cu **coloranți azoinsolubili** se poate face prin trei metode: depunerea diazocomponentei înainte de naftolare; depunerea azocomponentei și cuplarea ulterioară prin tratarea cu soluție de diazocomponentă; utilizarea amestecului de azocomponentă și forme inactivate ale diazocomponentei [6]. În tabelul 4.11 se prezintă tehnologia de sinteză a coloranților azoinsolubili prin imprimare.

În varianta II, deoarece materialul textil conține alcalii, în zona imprimată se pot fixa coloranții reactivi. Fondul rămâne vopsit cu colorantul azoinsolubil. În varianta I, naftalatul de sodiu se îndepărtează prin săpunire (fond alb).

Tabelul 4.11

Variante de sinteză a coloranților azoinsolubili

Operația		Compoziția mediului (g/kg, g/l sau ml/l)	Varianta	
			I	II
Naftolarea		Naftolat de sodiu	10	10
		Hidroxid de sodiu (32,5)*	16,4	16,4
		Hexametafosfat de sodiu	1,5	1,5
Uscarea		Temperatura, °C	60-80	60-80
Imprimarea		Sare de diazonice stabilizată	30-60	-
		Apă	100-200	270
		Acid acetic (60 %)*	0-10	-
		Azotat de sodiu	x	-
		Aglutinant (amidon, solvitoză)	y	490
		Colorant reactiv	-	30
		Uree	-	40
		Tiouree	-	40
		Metazină**	-	100
		Clorură de amoniu	-	30
Uscarea		Temperatura	80-90	80-90
Aburirea		Temperatura, °C	102-103	-
		Durata, min	3-4	-
Fixarea termică		Temperatura, °C	-	140-150
		Durata, min	-	4-5
Fulardarea		Sare de diazoniu stabilizată	-	10-20
Pasaj în aer		-	-	+
Spălarea	1	Apă rece 15-20 °C	+	-
	2	Apă fierbinte 50-60 °C	+	-
Săpunirea	3	Hidroxid de sodiu	1-5	-
		Temperatura, °C	75-80	-
	4	Agent de săpunire	2	-
		Temperatura, °C	75-80	-
	5	Apă fierbinte	75-80	-
	6	Apă caldă	50-60	-
	1,2	Bisulfit de sodiu	-	10
		Temperatura, °C	-	40
	3	Apă fierbinte, °C	-	60-65
	4	Agent de săpunire	-	2
		Temperatura, °C	-	70-80
	5, 6	Apă caldă/rece, °C	-	50-60/20-30

* în ml/l; ** agent de reticulare

Pentru imprimarea **fibrelor proteice**, ca şi în cazul vopsirii, se recomandă coloranţii acizi, premetalaţi, cromatabili şi reactivi (conţin o grupă reactivă (α-bromacrilamidă) sau două grupe reactive (monoclortriazinică şi sulfohidroxietilensulfonică), (tabelele 4.12 şi 4.13) [7].

Tabelul 4.12 *Compoziţii pentru imprimarea lânii (g/kg)*

Component	Colorant			
	acid	reactiv	premetalat	cromatabil
Colorant	1-15	2-25	20-25	25
Glicerină	1-25	-	-	30
Uree	30-50	80-100	100	-
Agent oxidant	-	10	-	-
Acid acetic (30 %)	10	10	-	40
Acetat de sodiu	-	50	0	-
Apă	150	100	100-105	225
Acetat de crom (10 %)	-	-	-	80
Aglutinant				
- Alginat (3 %)	745-808	705-748	-	-
- Tragant (4 %)	-	-	-	600
- Emulsie	-	-	770-780	-

După imprimare şi uscare, se efectuează aburirea timp de 30-40 minute şi, apoi, tratamentele finale.

Se efectuează aceleaşi tratamente ca şi în cazul lânii imprimate.

Pentru imprimarea ţesăturilor mixte **L-PA** se utilizează coloranţi acizi, reactivi, premetalaţi (tabelul 4.14).

Pentru imprimare se pot folosi amestecuri de coloranţi cu condiţia ca să aibă aceleaşi proprietăţi coloristice şi tehnologice.

Pentru imprimarea materialelor din **lână-poliester** se propune o pastă care conţine colorant de dispersie, colorant reactiv sau acid şi 5-30 % uree [9]. Fixarea coloranţilor se realizează prin aburire la 100-120 °C, timp de 5-6 min în prima etapă şi apoi la 160-220 °C, timp de 2-15 min în stadiul final.

Pentru amestecul **L-PAN** se utilizează coloranţi acizi, premetalaţi şi reactivi pentru lână şi cationici pentru PAN (tabelul 4.15).

Tabelul 4.13

**Compoziţii pentru imprimarea poliamidei cu coloranţi acizi, g/kg sau ml/kg [8]**

Component		Varianta				
		I	II	III	IV	V
Colorant acid		30	30	30	1-10	30
Tiodiglicool*		30	30	50	-	-
Tiouree		-	50	-	30-50	-
Apă rece		-	-	-	149-120	130
Apă fierbinte (80-90 °C)		230	305	360	150	160
Rezorcină*		30	-	-	-	30
Fenol*		-	45	-	-	30
Aglutinant:	Manutex (3 %)	-	-	-	650	600
	Alginat de Na	600	500	-	-	-
	APV (20 %)	-	-	500	-	-
Ulei		10	-	10	-	-
Acid acetic (50 %)		-	-	50	-	-
Acetat de amoniu		70	-	-	-	-
Sulfat de amoniu		-	40	-	20	50

* intensificatori; ** - APV - alcool polivinilic.

abelul 4.14

**Compoziţii pentru imprimarea ţesăturilor mixte lână-poliamidă, g/kg sau ml/kg**

Component	Colorant		
	acid	reactiv	premetalat
Colorant	x	x	x
Uree	300	300	300
Tensid neionogen	1	1	1
Acid acetic (80 %)	5-10	-	2-5
Acetat de sodiu	-	75	-
Solvitoză (7 %)	y	y	y

Tabelul 4.15 *Compoziţii pentru imprimarea ţesăturilor mixte din lână şi poliacrilonitril (g/kg sau ml/kg).*

Component	Varianta			
	I		II	
	L	PAN	L	PAN
Colorant cationic	-	30-50	-	10-20
Colorant acid sau premetalat 1:2	20-30	-	-	-
Colorant reactiv	-	-	10	-
Acid acetic (30 %)	10	80	-	-
Acetat de sodiu	-	-	50	50
Uree	80-100	80-100	100	100
Gliecin A* (tiodiglicool)	-	5	-	5
Apă	120	300	110-130	110-130
Emulsie (Tragant 8 %)	+ -	+ -	- +	- +

* intensifica

Pentru imprimarea **mătăsii naturale** se recomandă coloranţi reactivi diclorpirimidinici (DCP) şi derivaţii de bromacrilamidă [10]. S-a stabilit că temperatura optimă de fixare a ţesăturilor din mătase naturală imprimate este de 100 °C în cazul utilizării coloranţilor DCP şi de 130 °C pentru coloranţii pe bază de bromacrilamidă. În acest procedeu intensiv de imprimare, fixarea coloranţilor are loc în timpul trecerii ţesăturii prin camera de uscare a maşinii de imprimat.

În cazul imprimării ţesăturilor şi tricoturilor din **poliacrilonitril** [11] aglutinantul utilizat pentru coloranţii **cationici** nu trebuie să conţină grupe anionice. De remarcat că majoritatea coloranţilor cationici rezervă lâna în cazul amestecurilor de fibre (lână şi poliacrilonitril) (tab. 4.15, 4.16).

Coloranţii de **dispersie** şi-au găsit o largă utilizare pentru imprimarea materialelor textile din **acetat**, **poliamidă**, **poliester** care se caracterizează prin termoplasticitate. De aceea, în toate procedeele de imprimare cu coloranţi de dispersie, tratarea termică pentru fixare se efectuează la temperaturi mai mari cu 40-50 °C decât temperatura de tranziţie a fibrei (tabelul 4.17) [12]...[14].

Pentru imprimarea cu coloranţi de dispersie a materialelor textile din acetat secundare şi triacetat se folosesc diferite compoziţii (tabelul 4.18).

Tabelul 4.16 *Tehnologia imprimării poliacrilonitrilului cu coloranţi cationici.*

Operaţia		Compoziţia mediului (g/kg, ml/l sau ml/kg) şi parametrii tehnologici
Imprimarea		Colorant cationic x Acid acetic (30 %) 20* Uree 40 Sulfat de amoniu (25 %) 80* Aglutinant (Indalco PA-3, PR-90, Solvitoze OFA) 600 Apă
Uscarea		Temperatura 60-90 °C
Aburirea	abur saturat	Temperatura 102-103 °C Durata 20-30 min
	abur supraîncălzit	Temperatura 120-130 °C Durata 15-20 min
Spălarea	1	Apă rece 20-25 °C
	2	Apă caldă 40-50 °c
	3,4	Agent neionic 1 Temperatura 60 °C
	5	Apă caldă 40-50 °C
	6	Apă rece

Tabelul 4.17 *Corelaţia între temperatura de fixare (T_f) şi temperatura de tranziţie a fibrei (T_v)*

Fibra	Temperatura, °C	
	T_v	T_f
Acetat	-	60-80
Triacetat	175	> 100
Poliamidă	50	90-98
Poliacrilonitril	85-105	80-98
Poliester	70-100	150

Se parcurg etapele: imprimare-uscare-fixare (102-103 °C, 20-30 minute)-tratamente finale. Coloranţii de dispersie, în cele mai multe cazuri, se utilizează în combinaţie cu alte clase tehnologice de coloranţi pentru amestecurile fibroase. În acest caz se respectă principiile: apropierea nuanţelor; lipsa interacţiunilor dintre coloranţi; înalta solubilitate în fibră a coloranţilor de dispersie la sublimare şi sensibilitatea mică în mediu alcalin; posibilitatea folosirii mediului alcalin în uscare şi fixare.

Tabelul 4.18 *Compoziţii de imprimare cu coloranţi de dispersie (g/kg sau m*

Component	Fibra	
	AS	TA
Colorant de dispersie	15-20	10-50
Apă caldă (40 °C)	250	-
Uree	20	-
Tiouree	-	80-100
Agent oxidant	-	10
Sulfat de amoniu cu apă (1:3)	-	15
Aglutinant	y	x
Clorură de calciu (10 %)	100	-

De remarcat complexitatea procesului de spălare, care se concretizează în alegerea temperaturii optime de îndepărtare a coloranţilor de dispersie şi reactivi. Pentru îndepărtarea coloranţilor reactivi temperatura necesară la spălare este de 90-100 °C, iar pentru coloranţii de dispersie este suficientă temperatura de 50-60 °C. Deoarece coloranţii de dispersie la temperatură ridicată şi în prezenţă ureei murdăresc fondul, tratamentele finale se efectuează astfel: spălarea cu apă rece, spălarea cu apă caldă (50-60 °C), săpunire I (50-60 °C), săpunire II (90-100 °C), clătire cu apă caldă şi rece.

Tabelul 4.19 *Compoziţii de imprimare pentru materialele mixte bumbac-poliester*

Component	Concentraţia (g/kg sau ml/l)
Colorant de dispersie	1-40
Colorant reactiv	1-40
Uree	150
Agent oxidant	10
Carbonat acid de sodiu sau	20
Carbonat de sodiu	15
Aglutinant (alginat de sodiu, Alginat, CMC, HEC, APV)	y

Tabelul 4.18 *Compoziţii de imprimare cu coloranţi de dispersie (g/kg sau ml/kg)*

Component	Fibra	
	AS	TA
Colorant de dispersie	15-20	10-50
Apă caldă (40 °C)	250	-
Uree	20	-
Tiouree	-	80-100
Agent oxidant	-	10
Sulfat de amoniu cu apă (1:3)	-	15
Aglutinant	y	x
Clorură de calciu (10 %)	100	-

De remarcat complexitatea procesului de spălare, care se concretizează în alegerea temperaturii optime de îndepărtare a coloranţilor de dispersie şi reactivi. Pentru îndepărtarea coloranţilor reactivi temperatura necesară la spălare este de 90-100 °C, iar pentru coloranţii de dispersie este suficientă temperatura de 50-60 °C. Deoarece coloranţii de dispersie la temperatură ridicată şi în prezenţă ureei murdăresc fondul, tratamentele finale se efectuează astfel: spălarea cu apă rece, spălarea cu apă caldă (50-60 °C), săpunire I (50-60 °C), săpunire II (90-100 °C), clătire cu apă caldă şi rece.

Tabelul 4.19 *Compoziţii de imprimare pentru materialele mixte bumbac-poliester*

Component	Concentraţia (g/kg sau ml/l)
Colorant de dispersie	1-40
Colorant reactiv	1-40
Uree	150
Agent oxidant	10
Carbonat acid de sodiu sau	20
Carbonat de sodiu	15
Aglutinant (alginat de sodiu, Alginat, CMC, HEC, APV)	y

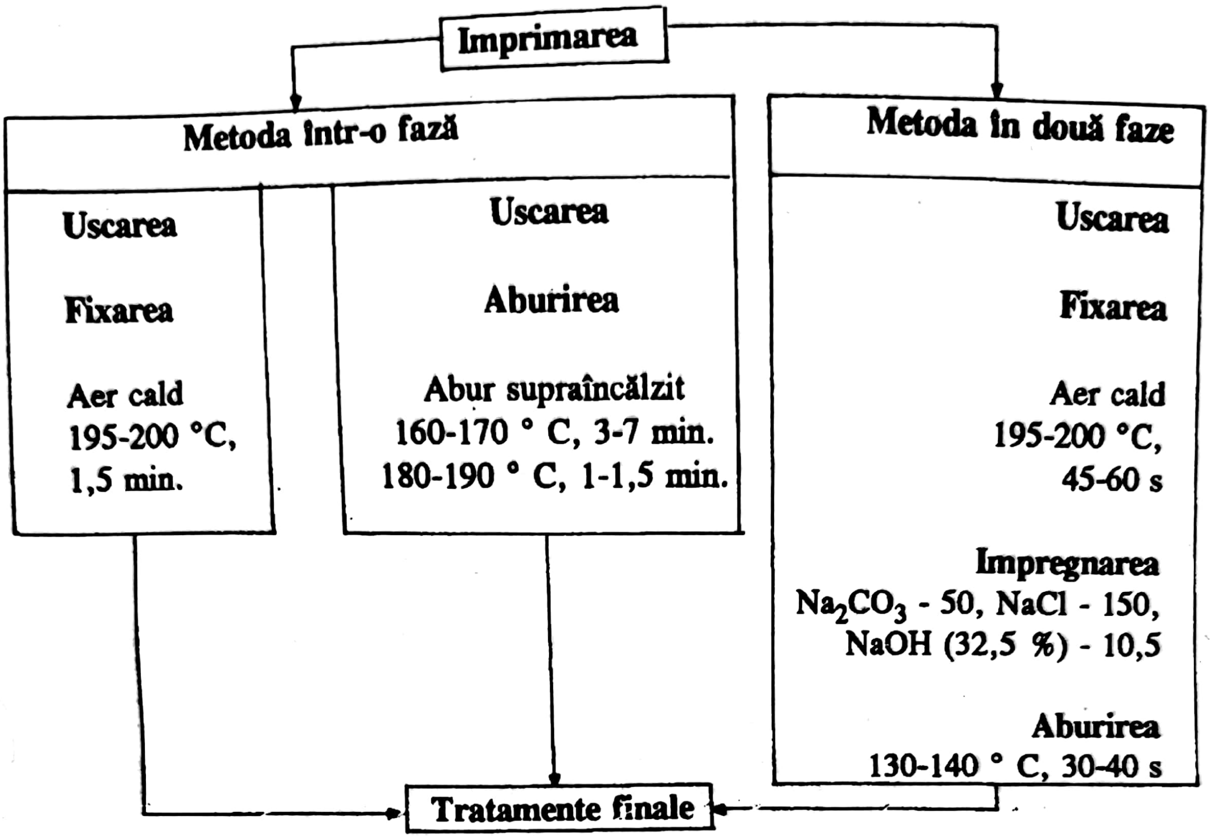

Imprimarea
Metoda într-o fază
Metoda în două faze
Uscarea
Fixarea
Aer cald
195-200 °C,
1,5 min.
Uscarea
Aburirea
Abur supraîncălzit
160-170 ° C, 3-7 min.
180-190 ° C, 1-1,5 min.
Uscarea
Fixarea
Aer cald
195-200 °C,
45-60 s
Impregnarea
Na2CO3 - 50, NaCl - 150,
NaOH (32,5 %) - 10,5
Aburirea
130-140 ° C, 30-40 s
Tratamente finale

***Fig. 4.4** Variante de imprimare directă a țesăturilor din bumbac-poliester [3].*

4.3 Imprimarea prin corodare

Imprimarea prin corodare constă în distrugerea locală a colorantului aplicat pe materialul textil, putându-se obține corodări albe sau colorate (numai dacă pasta de imprimare conține un colorant care nu este distrus în condițiile date (tab. 4.20, 4.21) [15]...[20].

4.4 Imprimarea prin rezervare

În imprimarea prin rezervare, pe fondul alb sau colorat se imprimă o compoziție chimică care, fizic sau mecanic, împiedică formarea colorantului în condițiile ulterioare de vopsire (tab. 4.22). Dacă pasta de rezervare conține coloranți rezistenți la agenții de rezervare se obţin efecte colorate. Succesiunea operaţiilor pentru rezerva albă este: imprimarea materialului textil alb, uscare, fulardare cu flota de colorant, fixare, tratamente finale. Pentru rezerva colorată se cunosc variantele [15]...[21]:

- rezerva preimprimată cu etapele: aplicarea locală a pastei, uscarea, fulardarea, fixarea, tratamentele finale (rezervare „sub");
- rezerva postimprimată cu succesiunea de operaţii: fulardarea, uscarea, aplicarea pastei, uscarea, tratamente finale (rezervare „pe");
- rezerva supraimprimată care cuprinde : aplicarea pastei ce conţine agent de rezervare şi un colorant rezistent în acest mediu, aplicarea „ud pe ud" a unei paste cu colorant rezervabil de fond, uscarea, fixarea, tratamente finale;
- rezervă prin corodare realizată din operaţiile de fulardare cu un colorant corodabil, uscare, aplicare pastă care conţine un agent de corodare şi un colorant necorodabil, uscare, aburire pentru corodare şi fixare, tratamente finale.

Tabelul 4.20 *Compoziţia pastelor de imprimare prin corodare [4]*

Colorantul de corodat	Efectul	Agentul de corodare g/kg	Catalizator g/kg	Colorant sau pigment în pastă	Solventul sau agentul hidrotrop	Alţi agenţi de fixare
Azoic solubil (direct, acid)	Alb	Rongalită 80 Decrolină 80 $SnCl_2$ 50-100	-	TiO_2 50 ZnO 50 -	Glicerină 50	Uree 50
	Colorat	Rongalită 100	-	Cadă x	Glicerină 50	Uree 50 K_2CC_3 50
Azoic (dispersie)	Alb	Decrolina 50-250 $SnCl_2$ 80	Antrachinonă 10 Glucoză 20	TiO_2 50 ZnO 50	-	-
	Colorat	Decrolină 75-300	Idem efectul alb	Dispersie (antrachinonic) Pigmenţi	Uree 50-100	-
Azoic (reactiv)	Alb	Rongalită 200	Antrachinonă 10 Sare cuaternară de amoniu 50-100	TiO_2 50 ZnO 50	-	-
	Colorat	Rongolită 250	Idem efectul alb	Cadă Pigmenţi	Glicerină 10	-
Cadă	Alb	Rongalită 200	Sare cuaternară de amoniu 40-100	TiO_2 50 ZnO 50	-	NaOH 20-50
	Colorat	Rongalită 250	Sare cuaternară de amoniu 40-100	Pigment	-	-

Tabelul 4.21 *Tratamente termice pentru imprimarea prin corodare [44]*

Sistemul tinctorial	Mediul			
	Abur sub presiune	Abur supraâncălzit	Abur saturat	Aer cald
Poliester-dispersie	20-30'/2,5-2,3 at	175 °C	102 °C, 15-20'	170-180 °C, 8-6'
Acetat-dispersie	15-20'/1,5 at	-	102 °C, 15-20'	-
Celulozice-direcţi	-	-	102 °C, 10-20'	-
Celulozice-cadă	-	-	102 °C, 15-20'	-
Celulozice-reactivi	-	-	102 °C, 15-20'	-

4.5 Imprimarea prin transfer

În acest procedeu de imprimare, pasta se depune intermediar pe o hârtie specială şi, ulterior, într-o operaţie unică realizată pe cale umedă sau pe cale uscată, la temperatură ridicată, se transferă pe materialul textil [22], [23], [30].

Pentru transfer se utilizează hârtie poroasă pe o singură parte, calandrată sau siliconată, cu masa specifică de 60-80 g/m^2.

Imprimarea hârtiei se face litografic, flexografic, cu cilindri gravaţi în adâncime, cu şabloane rotative [3]. În scopul imprimării hârtiei speciale se folosesc paste speciale care conţin: 10-12 % aglutinanţi (răşini sintetice, eteri de celuloză etc.), 15 % solvent (apă sau solvent organic), preparate tixotrope, substanţe de adeziune dintre hârtie şi ţesătură, intensificatori. De exemplu, pasta de imprimare aplicată pe hârtie şi destinată colorării materialelor din fibre sintetice conţine (g/kg): colorant de dispersie - x, aglutinant (solvitoze, alginaţi) - 600-700, emulgator - 10, white spirt 10-100, apă până la 1000 g. După imprimare, hârtia se usucă.

Proprietăţile deosebite de sublimare prezintă coloranţii de dispersie şi, de aceea, imprimarea prin transfer se aplică în special pentru suporturi textile pe bază de poliester, poliamidă, poliacrilonitril, acetat, triacetat şi amestecurile lor.

Coloranţii de dispersie utilizaţi la imprimarea prin transfer se împart în patru grupe: A - coloranţi cu sublimare rapidă, B - coloranţi cu sublimare normală, C - coloranţi cu sublimare lentă, D - coloranţi cu viteză mică de sublimare. Coloranţii din grupa A sunt utilizaţi pentru obţinerea de imprimeuri intense şi prezintă o eficienţă mare. Masa moleculară a acestor coloranţi este de 240-340. Din punct de vedere structural, coloranţii din grupa A conţin grupe slab ionizabile ($-SO_3H$, $-COOH$) şi grupe liofile

(-NO_2, -CN, -SO_2R, -OH, -NH_2) în număr nu prea mare. Presiunea de vapori a coloranților, deci transferul de masă, crește prin introducerea grupelor [-$Si(CH_3)_3$] în structura colorantului (tabelul 4.23).

Tabelul 4.22 *Compoziții pentru imprimarea prin rezervare [4]*

Colorant de fond	Efectul	Agentul de rezervare	Aglutinantul	Pigment alb sau colorat	Mediu acid	Alte adaosuri	Metoda de fixare
Cadă	Alb	Oxidant NBS-100	Eteri de amidon Gume naturale	TiO_2-50 ZnO-50	$ZnCl_2$-50	-	10', 102 °C
	Colorat	Oxidant NBS-100	Eteri de amidon Gume naturale	Pigmenți	$ZnCl_2$-50	-	-
Reactiv	Alb	I Acid tartric 40-80	Eter de celuloză	TiO_2-50	-	-	10', 102 °C
		II Rongalită 50	Amidon	Idem	-	-	5', 102 °C
		III Na_2SO_3 20-50	Dextrine	Idem	-	-	5', 102 °C
		IV Precondensate N-metilolice	Alginat de sodiu	Idem	-	-	3-4', 150-130 °C
	Colorat	I Acid tartric 40-80	Eteri de amidon sau celuloză	Pigmenți			
		II Rongalită 50	Amidon Dextrine	Cadă			10', 102 °C
		III Acid tartric 40-80	Eter de celuloză	Reactivi	-	-	10', 102 °C
Dispersie	Alb	Rongalita 50	Gume naturale Eteri de amidon	TiO_2-50	-	Na_2CO_3-50	6-8', 180-170 °C
	Colorat	Rongalita 50	Gume naturale Eteri de amidon	Dispersie antrachinonic	Acid citric	-	6-8', 180-170 °C

Transferul se efectuează pe suporturi textile stabilizate la o temperatură cu cel puțin 10 °C mai mare decât temperatura de termoimprimare. Conform fig. 4.5, transferul de colorant în țesătură are loc nu prin contact ci prin sublimarea din stratul **B**, cu trecerea în starea de vapori **C** și, ulterior, fixarea în faza **D**. Procesul începe cu sublimarea moleculei **1** care trece prin faza **2** pe suprafața țesăturii **3** și apoi pe suprafața fibrei **4** prin stadiile 5, 6, 7.

(-NO_2, -CN, -SO_2R, -OH, -NH_2) în număr nu prea mare. Presiunea de vapori a coloranților, deci transferul de masă, crește prin introducerea grupelor [-$Si(CH_3)_3$] în structura colorantului (tabelul 4.23).

Tabelul 4.22 *Compoziții pentru imprimarea prin rezervare [4]*

Colorant de fond	Efectul	Agentul de rezervare	Aglutinantul	Pigment alb sau colorat	Mediu acid	Alte adaosuri	Metoda de fixare
Cadă	Alb	Oxidant NBS-100	Eteri de amidon Gume naturale	TiO_2-50 ZnO-50	$ZnCl_2$-50	-	10', 102 °C
	Colorat	Oxidant NBS-100	Eteri de amidon Gume naturale	Pigmenți	$ZnCl_2$-50	-	-
Reactiv	Alb	I Acid tartric 40-80	Eter de celuloză	TiO_2-50	-	-	10', 102 °C
		II Rongalită 50	Amidon	Idem	-	-	5', 102 °C
		III Na_2SO_3 20-50	Dextrine	Idem	-	-	5', 102 °C
		IV Precondensate N-metilolice	Alginat de sodiu	Idem	-	-	3-4', 150-130 °C
	Colorat	I Acid tartric 40-80	Eteri de amidon sau celuloză	Pigmenți			
		II Rongalită 50	Amidon Dextrine	Cadă			10', 102 °C
		III Acid tartric 40-80	Eter de celuloză	Reactivi	-	-	10', 102 °C
Dispersie	Alb	Rongalita 50	Gume naturale Eteri de amidon	TiO_2-50	-	Na_2CO_3-50	6-8', 180-170 °C
	Colorat	Rongalita 50	Gume naturale Eteri de amidon	Dispersie antrachinonic	Acid citric	-	6-8', 180-170 °C

Transferul se efectuează pe suporturi textile stabilizate la o temperatură cu cel puțin 10 °C mai mare decât temperatura de termoimprimare. Conform fig. 4.5, transferul de colorant în țesătură are loc nu prin contact ci prin sublimarea din stratul B, cu trecerea în starea de vapori C și, ulterior, fixarea în faza D. Procesul începe cu sublimarea moleculei 1 care trece prin faza 2 pe suprafața țesăturii 3 și apoi pe suprafața fibrei 4 prin stadiile 5, 6, 7.

(-NO_2, -CN, -SO_2R, -OH, -NH_2) în număr nu prea mare. Presiunea de vapori a coloranţilor, deci transferul de masă, creşte prin introducerea grupelor [-$Si(CH_3)_3$] în structura colorantului (tabelul 4.23).

Tabelul 4.22 *Compoziţii pentru imprimarea prin rezervare [4]*

Colorant de fond	Efectul	Agentul de rezervare	Aglutinantul	Pigment alb sau colorat	Mediu acid	Alte adaosuri	Metoda de fixare
Cadă	Alb	Oxidant NBS-100	Eteri de amidon Gume naturale	TiO_2-50 ZnO-50	$ZnCl_2$-50	-	10', 102 °C
	Colorat	Oxidant NBS-100	Eteri de amidon Gume naturale	Pigmenţi	$ZnCl_2$-50	-	-
Reactiv	Alb	I Acid tartric 40-80	Eter de celuloză	TiO_2-50	-	-	10', 102 °C
		II Rongalită 50	Amidon	Idem	-	-	5', 102 °C
		III Na_2SO_3 20-50	Dextrine	Idem	-	-	5', 102 °C
		IV Precondensate N-metilolice	Alginat de sodiu	Idem	-	-	3-4', 150-130 °C
	Colorat	I Acid tartric 40-80	Eteri de amidon sau celuloză	Pigmenţi			
		II Rongalită 50	Amidon Dextrine	Cadă			10',
		III Acid tartric 40-80	Eter de celuloză	Reactivi	-	-	10', 102 °C
Dispersie	Alb	Rongalita 50	Gume naturale Eteri de amidon	TiO_2-50	-	Na_2CO_3-50	6-8', 180-170 °C
	Colorat	Rongalita 50	Gume naturale Eteri de amidon	Dispersie antrachinonic	Acid citric	-	6-8', 180-170 °C

Transferul se efectuează pe suporturi textile stabilizate la o temperatură cu cel puţin 10 °C mai mare decât temperatura de termoimprimare. Conform fig. 4.5, transferul de colorant în ţesătură are loc nu prin contact ci prin sublimarea din stratul **B**, cu trecerea în starea de vapori **C** şi, ulterior, fixarea în faza **D**. Procesul începe cu sublimarea moleculei **1** care trece prin faza **2** pe suprafaţa ţesăturii **3** şi apoi pe suprafaţa fibrei **4** prin stadiile **5**, **6**, **7**.

Tabelul 4.23

Proprietăţile de sublimare ale coloranţilor de dispersie [3]

Denumirea colorantului după C.I.	Grupa de apartenenţă	Grad de fixare, %	Capacitatea de sublimare, unităţi relative
Violet 17	A/B	94	2,6
Blue 14	B	85	1,7
Yellow 60	B	84	1,3
Blue 72	B	80	1,0
Red 60	B	74	0,9
Violet 1	B	80	1,0
Orange 25	C	64	0,55
Blue 26	D	45	0,35

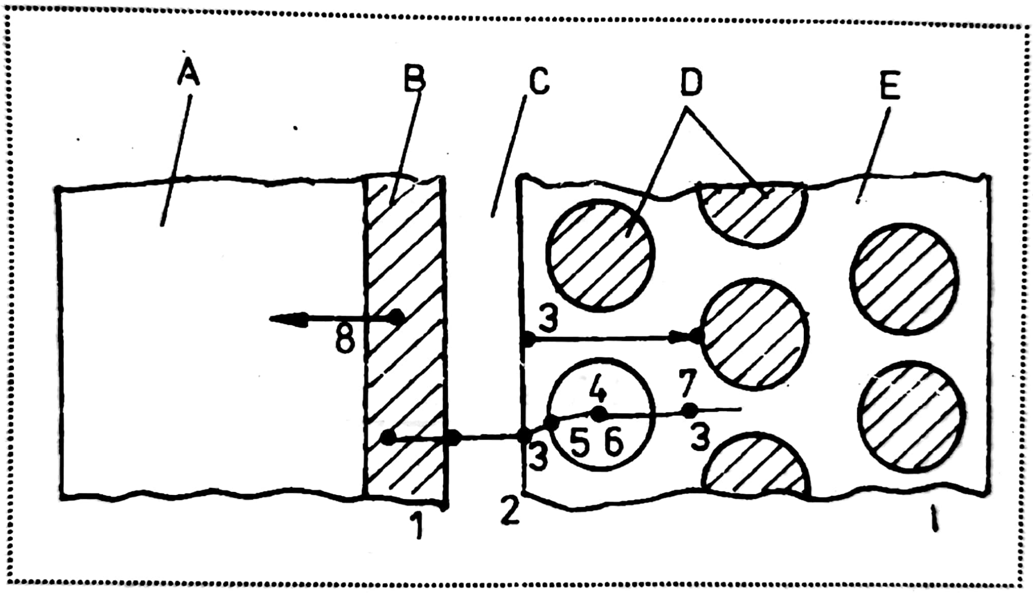


Fig. 4.5 Schema imprimării prin transfer

O cantitate oarecare de colorant difuzează în hârtia suport şi pentru a se evita pierderile, aceasta trebuie să fie cu o structură compactă pe suprafaţa neimprimată. Temperatura de calandrare pentru transferul colorantului depinde de natura suportului textil (tabelul 4.24). Comparativ cu alte metode de imprimare, imprimarea prin transfer prezintă următoarele avantaje:

- tehnologia este simplă deoarece după depunerea desenului nu sunt necesare operaţiile de fixare, uscare, spălare;

- reproducerea fidelă a desenului cu desfăşurarea procesului la viteze mari;
- utilizarea de coloranţi în amestec ce aparţin diferitelor clase tehnologice, fiecare transferându-se pe componenta fibroasă adecvată, independent.

Efectul termic al imprimării prin transfer este mai mare decît în cazul aplicării colorantului din pastă sau din soluţie, explicându-se astfel rezistenţele deosebite ale imprimeului la diferite acţiuni fizice sau mecanice (fig. 4.6).

Tabelul 4.24 *Temperatura suprafeţei calandrului la termoimprimare*

Substratul de imprimat	Durata de contact, s	Temperatura suprafeţei, °C
Triacetat	25	200
Poliamidă	25-35	190-200
Poliacrilonitril	20	195-200
Poliester	20	210-220
Poliester-bumbac	30	220

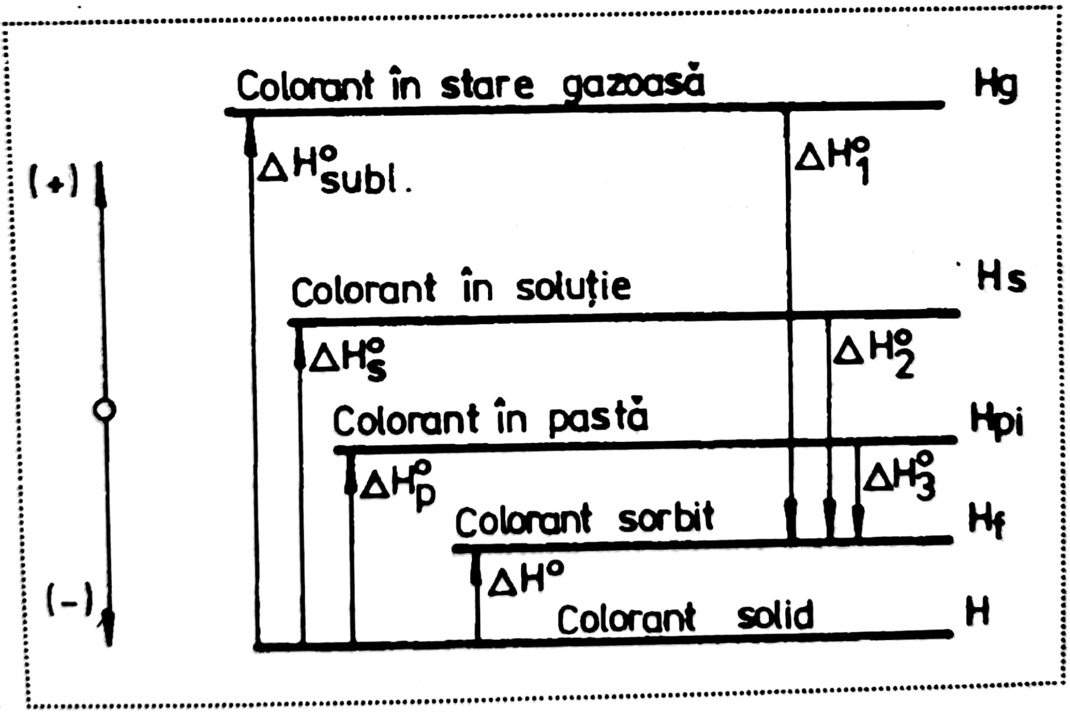

Colorant în stare gazoasă
Hg
(+)
ΔH°subl.
ΔH°1
Colorant în soluţie
Hs
ΔH°s
ΔH°2
Colorant în pastă
Hpi
ΔH°p
ΔH°3
Colorant sorbit
Hf
ΔH°
Colorant solid
H
(-)

Fig. 4.6 Entalpiile de vopsire ale materialelor textile în dependenţă de starea colorantului

Pentru imprimarea uniformă a amestecului celuloză-poliester cu coloranţi de dispersie şi pentru îmbunătăţirea randamentului coloristic se efectuează preliminar un tratament de activare pentru componenta celulozică, încadrat în tehnologia de mai jos [3], [24], [25]:

1. Fulardarea ţesăturii (g/l): agenţi de reticulare - DMEU 40-60; PAA 40-60; polietilenglicol (M = 200-400) 60-100; peroxid de hidrogen (30 %) 5-10 ml/l; agent de udare 1 g/l; grad de preluare 80 %;
2. Uscarea ţesăturii la temperatura de 100 °C;
3. Depunerea desenului de pe hârtia de transfer pe ţesătură la temperatura de calandrare de 190-200 °C, timp de contact 30-40 s.

În cazul imprimării prin transfer a materialelor textile cu conţinut de lână se recomandă tratarea prealabilă cu substanţe active de suprafaţă [26]...[29]. A se vedea cap. 8.

4.6 Efecte speciale de imprimare

Pentru realizarea unor desene cerute de modă, imprimarea oferă diferite soluţii cum ar fi: eferce speciale de luciu (tab. 4.25), de crep (tab. 4.26), semitonuri şi imprimări mate (tab. 4.27) sau devorare (tab. 4.28).

Tabelul 4.25 *Efecte speciale de luciu [4]*

Etape		Component şi condiţii	Fibre celulozice	Poliester-celulozice sau sintetice
Imprimarea		Precondensat Liant Alginat Emulgator (2 %) Ceruri Catalizator ($(NH_4)_2SO_4$)	60 20 200 250 10-20 2	120 50 400 - 10-20 2
Uscarea		Temperatura suprafeţei, °C	180	180
Fixarea		Durata, min Temperatura, °C	0,5-5 100	0,5-5 150
Tratamente finale	1	Apă rece 20 °C		
	2	Tensid neionogen 2 Temperatura 40-100 °C		
	3	Apă caldă 40-60 °C		

Tabelul 4.26 *Efecte tip crep pe fibre celulozice [4]*

Etape		Component şi condiţii	Supraimprimarea	Supraimprimarea şi fulardarea
Imprimarea		Agent de umflare Aglutinant Apă	NaOH (480) Eteri de amidon (200) Apă 320	- Gume naturale 1000 -
Uscarea		Temperatura, °C Durata, min	100 10	100 10
Fulardarea		Hidroxid de sodiu Grad de preluare	- -	400 100
Declanşarea creponării		Temperatura, °C Durata, min	20 30	20 30
Tratamente finale	1.	Apă caldă	50-60	50-60
	2.	Acid acetic Temperatura, °C	2 20	2 20
	3.	Apă rece, °C	20	20

Tabelul 4.27 *Efecte mate şi de semitonuri [4]*

Etape		Component şi condiţii	Fibra					
			BBC	AS	PES, TA	PAN	PA	L, MN
Imprimarea		Pigment alb	500-700	700	900-950	780	800-900	500
		Precondensat	20	50	50	-	-	-
		Amoniac (25 %)	10	-	-	-	-	-
		$(NH_4)_2SO_4$ (10 %)	20	-	-	-	-	-
		Etilenglicol	-	-	80	-	-	-
		Emulgator	-	-	20	-	-	-
		Liant acrilic	-	-	-	100	100	-
		SAS cationică	-	-	-	20	-	-
		Emulsie	x	x	x	x	x	x
Uscarea cu:	aer cald	Temperatura, °C Durata, min	170-140 3-5	- -	190 1	- -	- -	- -
	abur sub presiune	Presiunea, at Durata, min	- -	- -	- -	- -	2 20	- -
	abur saturat	Temperatura, °C Durata, min	- -	102 20	- -	102 20	- -	- -
	abur supraîncălzit	Temperatura, °C Durata, min	180-60 2-3	- -	- -	- -	- -	- -

Tabelul 4.28 *Efecte obținute prin devorare*

Etape		Component și condiții	Compoziția fibroasă			
			PA-BBC	PES-BBC	AS-BBC	L-PES (PA)
Imprimarea		Colorant de dispersie sau				
		pigment	x	x	x	x
		Gume naturale modificate	y	y	y	y
		chimic	50-80	50-80	-	-
		Glicerină	-	-	150	150
		Acetat de benzil	250-300	250-300	300	-
		Sulfat acid de sodiu	250-300	250-300	-	-
		Sulfat de aluminiu	350	350	-	-
		Acid sulfuric (7 %)	-	-	150	-
		Peroxid de benzoil	-	-	100	100
		Hidroxid de sodiu	20	20	20	20
		Agent de udare	p	p	-	-
		Tiouree	q	q	q	q
		Antispumant				
Uscarea						
Fixarea cu:	aer cald	Durata, min	1-6	1-6	-	-
		Temperatura, °C	200-120	200-160	-	-
	abur	Durata, min	15	-	15	30
		Temperatura, °C	110	-	110	110
Spălarea	1.	Temperatura, °C	20	20	20	20
	2.	Temperatura, °C	30-60	30-60	30-60	30-60
	3.	Carbonat de sodiu	2	2	-	-
		Temperatura, °C	40	40	-	-
	4.	Temperatura, °C	40-60	40-60	40-60	40-60

* Devorarea reprezintă acele efecte speciale care se obțin pe articole mixte cu dizolvarea unei componente în limitele desenului aplicat. Ele pot fi albe sau colorate.

BIBLIOGRAFIE

1. M. Grindea, T. Forst, A. Hanganu - *Tehn. vopsirii şi imprimării text.*, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1983;
2. A.V. Senahov - *Fiziko-himiceskie osnovâ proţessa, peciataniia tekstilnâh materialov*, Legprombâtizdat, Moskva, 1986;
3. B.N. Melnikov - *Otd. hlopciatobumojnâh tkanei*, Legprombâtizdat, Moskva, 1991;
4. A. Grigoriu, L. Stoichiţescu, Gh. Doncean - *Tehnologia vopsirii şi imprimării materialelor textile: Îndrumar de laborator*, Rotaprint, Iaşi, 1993;
5. V.F. Androsov - *Sintet. kras. vâ legkoi promâsl.*, Legprombâtizdat, Moskva, 1989;
6. G.E. Kricevski - *Himiceskaia Tehnologhiia tekstilnâh materialov*, Moskva, 1985;
7. M.G. Romanova - *Aktivnâe krasiteli vâ tekstilnâh promâşlenosti*, Moskva, 1986;
8. * - *Tekst. Prom.*, 1985, 10, p. 74;
9. * - *Brevet 2376921*, Anglia;
10. S.V. Picihadze - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1982, 5, p. 56;
11. S.A. Shan - *Man-made Textiles in India*, 1984, 2, p. 90;
12. E. Kardos - *Magyar Textiltechnika*, 1980, 9, p. 445;
13. R.I. Petscheva - *Mell. Textilberichte*, 1984, 1, p. 62;
14. R. Deceva - *Tekst. Prom.*, 1980, 9, p. 406;
15. G. Dilimann - *Textil praxis international*, 1982, 10, p. 1081;
16. I.R. Provost - *Textilveredlung*, 1980, 9, p. 319;
17. A. Blum - *Textilverdlung*, 1980, 9, p. 323;
18. V. Würtz - *Mell. Textilberichte*, 1981, 11, p. 883;
19. V. Würtz - *Mell. Textilberichte*, 1981, 12, p. 957;
20. G. Dilimann - *Textil praxis international*, 1983, 1, p. 54;
21. * - *Textilveredlung*, 1982, 11, p. 467;
22. C.E. Vellins - *Am. Dyesstuff Reporter*, 1975, 7, p. 29;
23. K. Topalov - *Tekst. Prom.*, 1982, 9, p. 405;
24. G.F. Ruppenicker - *Knitting Times*, 1982, 25, p. 31;
25. D.V. Iukauskene - *Tekst. Prom.*, 1982, 7, p. 52;
26. P.R. Brody - *J. of Spc. of Dyers a Colourists*, 1980, 4, p. 159;

27. V.A. Bell - *Textil Research Journal*, 1983, 2, p. 125;
28. I. Mozusbiewicz - *Przeglad Wlok*, 1981, 5-6, p. 264;
29. I. Rusznak - *Magyar Textiltechnika*, 1982, 12, p. 632;
30. B.N. Melnikov - *Progr. tehn. i tehn. peci. tkanei*, Legk. Ind., Moskva, 1980.

CAPITOLUL 5

PROGRESE
ÎN TRATAMENTELE DE FINISARE SUPERIOARĂ

Dezvoltarea tehnologiilor de finisare superioară se bazează pe folosirea de noi compoziţii (precondensate, catalizatori etc.), pe elaborarea metodelor de finisare fără formaldehidă, pe aplicarea finisărilor polifuncţionale pe diferite compoziţii fibroase.

În general, o tehnologie de finisare superioară cuprinde: fulardarea, uscarea, tratarea termică şi spălarea.

Prin fulardare trebuie să se asigure depunerea cantităţii necesare din soluţia de impregnare în mod uniform. Stoarcerea trebuie să fie avansată pentru a se evita migrarea în timpul tratamentelor termice ulterioare. Se recomandă impregnări şi stoarceri multiple şi o durată de impregnare de 3-7 s. Pentru scurtarea duratei de contact a materialului textil cu soluţia, în sistem se introduc agenţi de udare neionogeni în concentraţie de 0,1-0,3 g/l şi, atunci când este posibil, se ridică temperatura acesteia la 70-80 °C [1].

Condiţiile de uscare depind de compoziţia de impregnare şi de tipul finisării. Pentru uscare se folosesc diferite variante: conductibilitate, convecţie, radiaţie şi mixtă. Temperatura în timpul uscării trebuie astfel modificată încât viteza de pătrundere a substanţei aplicate de la suprafaţă în interiorul fibrei să fie mai mare decât viteza transformării chimice. De exemplu, în lungimea zonei de uscare se creşte treptat temperatura de la 115 la 140 °C.

Tratarea termică în operaţiile de neşifonabilizare, anticontracţie, hidrofobizare, ignifugare etc., are ca scop desfăşurarea reacţiilor de grefare-reticulare cu formarea de răşini. Temperatura mediului şi durate de tratare sunt determinate de natura precondensatului de finisare superioară și de scopul urmărit. Nu se tratează termic materialele textile cu un conținut de umiditate mai mare de 30 %.

Spălarea după termotratare se efectuează numai în cazul neșifonabilizării și ignifugării pentru îndepărtarea compușilor în exces.

5.1 Compoziții noi de neșifonabilizare

Esența fizico-chimică a stabilizării dimensionale constă în formarea legăturilor transversale, covalente sau de hidrogen, între macromoleculele de celuloză.

$$2\ \text{Cel-OH} + \text{HO-CH}_2\text{-N=(CH}_2\text{CH}_2\text{CO=)N-CH}_2\text{OH} \rightarrow$$

$$\text{Cel-O-CH}_2\text{-N=(CH}_2\text{CH}_2\text{CO=)N-CH}_2\text{-O-Cel}$$

$$\text{Cel-OH} + \text{HO-CH}_2\text{-N=} \rightarrow \text{Cel-O-CH}_2\text{-N=}$$

În aceste reacții sunt implicate lanțurile macromoleculare de la suprafața fibrilelor elementare.

Concomitent cu reticularea, în fibră este posibilă transformarea precondensatului în rășină, în special în cazul preparatelor pe bază de dimetiloluree (DMU) și a produselor metilolice ale melaminei.

1. $=\text{N-CH}_2\text{OH} + \text{-HN-CH}_2\text{OH} \rightarrow =\text{N-CH}_2\text{-N-CH}_2\text{OH}$

2. $=\text{N-CH}_2\text{OH} + \text{HO-CH}_2\text{-N=} \rightarrow =\text{N-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-N=}$

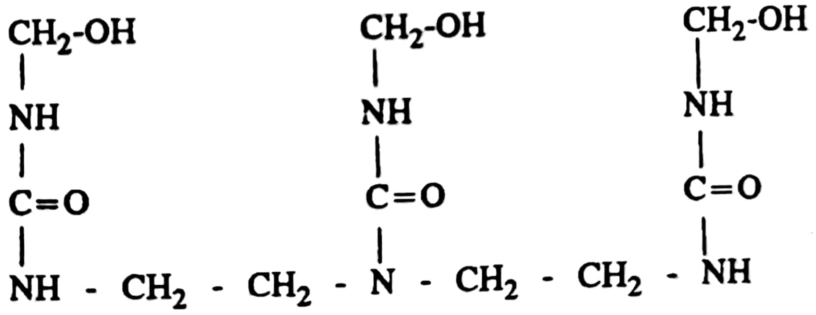
3. $3\ =\text{N-CH}_2\text{OH} \rightarrow =\text{N}_3(\text{CH}_2)_3\text{-}$

În cazul utilizării dimetiloletilenureei (DMEU) în reacție participă grupele hidroxilice primare din veriga anhidroglucozidică. Numărul de legături transversale îmbunătățește efectul de neșifonabilizare. Prin formarea a 4-5 legături transversale la 100 unități anhidroglucozidice se obține un efect de neșifonabilizare maxim. Indicii de neșifonabilizare și proprietățile fizico-mecanice ale materialului textil finisat depind de compoziția chimică, solubilitatea și activitatea substanțelor, natura catalizatorului, lungimea și structura legăturilor transversale și de starea fizică a celulozei în timpul reacției.

În prezent, pentru neşifonabilizare, se propun noi compuşi şi compoziţii cu diferite grade de precondensare şi cu conţinut de diferite grupe reactive ce pot interacţiona cu grupele hidroxilice ale celulozei în mediu acid sau în mediu bazic. Reacţia de formare a structurii finale trebuie să fie unidirecţională, iar efectul obţinut trebuie să fie stabil în exploatare.

În ultimul timp s-au studiat produşi esterificaţi pe bază de DMEU, DMDHEU. Scăderea capacităţii de reacţie este compensată prin utilizarea catalizatorilor de înaltă activitate [2]. Tot în scopul scăderii conţinutului de formaldehidă se propun amestecuri de precondensate melaminice şi ureoformaldehidice esterificate caracterizate prin stabilitate [3]. Firma Höchst livrează produşi tehnici cu un conţinut redus de formaldehidă: Arkofix NGM (hidroximetil-dihidroxietilenuree) şi Arkofix NFT (N, N' - dihidroximetil-dihidroxietilenuree modificată). Deoarece produşii menţionaţi au o activitate mică se impun condiţii severe de termotratare. În schimb, răşina rezultată este stabilă la clor şi la fierbere alcalină. Cantitatea de formaldehidă liberă în ţesăturile finisate este de 6-7 ori mai mică decât prin aplicarea precondensatelor convenţionale (DMEU, DMDHEU).

Pentru obţinerea de indici superiori ai ţesăturilor tratate neşifonabil se propun preparate pe bază de N-hidroximetilpolietilenuree cu structura [4]:

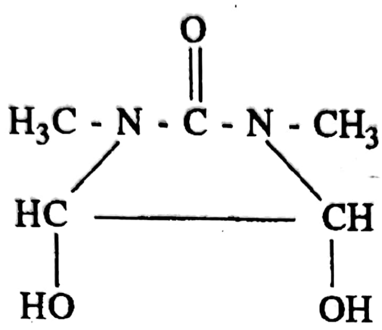


$$\begin{array}{ccccc} CH_2\text{-}OH & & CH_2\text{-}OH & & CH_2\text{-}OH \\ | & & | & & | \\ NH & & NH & & NH \\ | & & | & & | \\ C{=}O & & C{=}O & & C{=}O \\ | & & | & & | \\ NH & - CH_2 - CH_2 - & N & - CH_2 - CH_2 - & NH \end{array}$$

Prin aplicare se conservă rezistenţa materialului textil şi conţinutul de umiditate corespunde cerinţelor de utilizare. Prin procedeul de aplicare în două faze se obţine stabilitate la şifonare în stare umedă şi uscată şi se conferă stabilitate la frecare [5].

Unele preparate pe bază de produşi acrilici, cu grupe reactive, ce conţin agenţi de udare, elastomeri şi catalizatori se recomandă pentru ţesături uşoare, obţinându-se unghiuri de revenire din şifonare în stare umedă de 230 ° şi o scădere minimă a rezistenţei la rupere [6]. În prezenţa catalizatorilor (NaH_2PO_4, Na_2HPO_4) cele mai bune rezultate se obţin cu N-metoximetilmetacrilamida [7].

O atenţie deosebită se acordă unor compuşi care permit scăderea concentraţiei de utilizare şi un conţinut redus de formaldehidă liberă. Ca agent de legătură dintre celuloză şi substanţa de neşifonabilizare se poate folosi 2,5 dimetoxitetrahidrofuran, 1,1’,4,4’ tetrametoxibutan, 1,1’,5,5’ tetrametoxipentan sau câţiva compuşi pe bază de glioxal [8]:



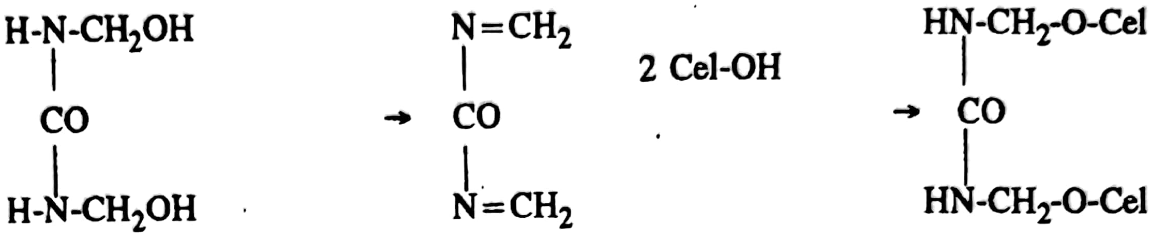
O atenţie deosebită se acordă catalizatorilor, mecanismelor de reacţie şi domeniului de utilizare raţională. Prin folosirea catalizatorilor reactivi se poate reduce temperatura de reticulare a macromoleculelor de celuloză, comasarea operaţiilor de uscare şi termotratare, reducerea duratei de acţiune a căldurii asupra materialului textil, reglarea proprietăţilor fizico-mecanice ale materialului textil [9].

Mecanismul reacţiei heterogene în procedeul de finisare în stare umedă este similar celui în mediu apos, conformându-se catalizei acido-bazice. În procedeul de neşifonabilizare în stare uscată sărurile acide ale metalelor acţionează ca acizi Lewis (acidul este acceptor de electroni, iar baza donor de electroni pari). Electronii neparticipanţi provin de la grupele N-hidroximetilenice care completează nivelele vacante ale ionului metalic. Astfel se formează un complex intermediar donor-acceptor care interacţionează cu grupele hidroxilice ale celulozei. În cazul reacţiei de legare a formaldehidei de celuloză în prezenţa diferiţilor catalizatori s-a ajuns la concluzia că ionul asociat H_3O^+ joacă rol de catalizator dacă în sistem se adaugă clorură de mangan. Reacţia se supune legii catalizei acide. Protonii acidului acţionează după mecanismul catalizei H-ionice, activând grupele reactive ale precondensatului:

$$=N\text{-}CH_2OH + H^+ \rightarrow =N\text{-}C^+H_2 \rightarrow =N\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}Cel + H^+$$

Câteva precondensate pe bază de N, N’-dihidroximetiluree, N-hidroximetilacrilamida pot forma legături transversale în celuloză prin introducerea catalizatorilor bazici. Posibilitatea de folosire a catalizatorilor acizi prezintă importanţă în cazul comasării neşifonabilizării cu vopsirea materialelor textile cu coloranţi acizi.

DHMU trece în imină activată sub influenţa catalizatorului alcalin participând la reacţia Michael:



$$\begin{array}{c} H\text{-}N\text{-}CH_2OH \\ | \\ CO \\ | \\ H\text{-}N\text{-}CH_2OH \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} N=CH_2 \\ | \\ CO \\ | \\ N=CH_2 \end{array} \quad 2\ Cel\text{-}OH \rightarrow \begin{array}{c} HN\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}Cel \\ | \\ CO \\ | \\ HN\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}Cel \end{array}$$

Activitatea catalitică a diferitelor săruri în procesul de neşifonabilizare este determinată de o serie de factori. În aceeaşi grupă, activitatea sărurilor cu acelaşi anion scade cu creşterea masei atomice a metalului. Aceasta se explică prin: diminuarea constantei de disociere, mărirea dimensiunilor, scăderea mobilităţii. Activitatea catalitică se află într-o dependenţă liniară crescătoare faţă de starea de oxidare a ionului metalic. Se pare că activitatea sărurilor cu acelaşi cation este proporţională cu constanta de disociere a acidului liber corespunzător. În ultimul timp se recomandă utilizarea catalizatorilor şoc care permit scăderea temperaturii şi duratei (100-125 °C în loc de 150-160 °C). Asemenea catalizatori sunt amestecuri de săruri cu acizi policarboxilici şi au o acţiune sinergetică. Prezenţa acizilor influenţează diferit activitatea clorurilor metalice [9]. Activitatea amestecului sare - acid creşte în aceeaşi grupă a sistemului periodic cu mărirea masei atomice a metalului cu toate că acizii organici (maleic, citric, oxalic etc.) prezintă aceeaşi activitate. Totuşi, folosirea acizilor organici în combinaţie cu săruri prezintă dezavantaje. Scăderea pH-ului mediului conduce la hidroliza precondensatului cu eliberarea de formaldehidă în tratamentele termice. Dacă pH-ul este mai mic de 7, atunci prin depozitarea materialului textil se degajă formaldehidă. Pentru legarea acidului liber se utilizează amestecul clorură de magneziu - tetrafluoroboratul de sodiu. Se poate astfel coborî temperatura de termotratare la 125 °C şi durata la 2 min [10]. Tetrafluoroboratul de sodiu nu conduce la creşterea activităţii catalitice a sării (azotat de zinc, clorură de zinc, clorură de amoniu). Efectul sinergetic se obţine numai prin folosirea amestecului fluoroborat de zinc şi magneziu în raportul 1:1 pentru finisarea materialelor celulozice. Pentru scăderea temperaturii de termotratare până la 100-120 °C (durata 2 min) se recomandă folosirea catalizatorului $Al_2(OH)_5Cl$ - acid fosforic sau $Al_2(OH)_5Cl$ - peroxid de hidrogen [11]. Într-o plajă de temperatură (100-175 °C) se pot utiliza derivaţii alchilaţi ai acidului fosfinic [12]. Pentru amestecul bumbac-vâscoză se recomandă acidul sulfamic şi sărurile sale amoniacale [13]. Catalizatorii TKM, TKŢ, TKK (amestecuri sinergetice) asigură reticularea în timpul uscării [14]. Cu catalizatorul TKM procesul poate fi condus la temperatura de 130 °C timp de un minut, asigurându-se creşterea rezistenţei la rupere a unui fir cu 15 % şi mărirea stabilităţii la frecare cu 40 %

comparativ cu indicii obţinuţi în tehnologia clasică prin folosirea clorurii de magneziu. Pe de altă parte se asigură un efect de neşifonabilizare stabil în stare umedă şi uscată, iar prin structura legăturilor formate se obţine stabilitatea răşinii la hidroliza alcalină. Activatorul F (amestec sinergetic) stimulează legarea covalentă a celulozei şi scade gradul de hidroliză, putându-se aplica variantele fulardare-uscare-aburire sau fulardare-uscare [15]. Deoarece nu se generează acid, legătura 1,4 β-glucozidică nu este afectată. Totodată, prin activitatea mărită se explică reducerea concentraţiei precondensatului. Indicii tehnologici (rezistenţa la rupere, stabilitatea la frecare, suma unghiurilor de revenire din şifonare în stare umedă) se îmbunătăţesc.

Concentraţia catalizatorului determină condiţiile de tratare termică, natura precondensatului şi a suportului textil. Sărurile de amoniu se utilizează îndeosebi pentru finisarea materialelor celulozice regenerate. În cazul ţesăturilor de bumbac se observă scăderea rezistenţei la rupere. Azotatul de zinc poate fi utilizat în cazul amestecurilor bumbac - fibre sintetice. Un efect bun de neşifonabilizare şi conservarea proprietăţilor fizico-mecanice se obţin prin folosirea în calitate de catalizator a oxalatului de uree [16]. Pentru conservarea indicilor fizico-mecanici ai ţesăturii se aplică un regim de temperatură adecvat la uscare şi termotratare. De exemplu, dacă se utilizează DMEU, temperatura de termotratare nu trebuie să fie mai mare de 170 °C în cazul catalizatorului clorură de magneziu şi numai de 130 °C în cazul clorurii de amoniu sau a persulfatului de amoniu [17]. Catalizatorii pot influenţa nuanţa ţesăturilor vopsite şi pot îngălbeni ţesăturile albite. Clorurile de zinc sau magneziu sunt indicate pentru obţinerea de efecte stabile la clor. Clorura de magneziu este compatibilă cu agenţii de albire optică. Sărurile de amoniu produc îngălbenirea ţesăturilor albite. Azotaţii, în condiţiile termotratării, sunt oxidanţi puternici şi pot modifica nuanţa vopsirii. Clorura de amoniu poate influenţa fototropia culorii. Pentru realizare unui înalt efect de neşifonabilizare în cazul ţesăturilor de bumbac sau vâscoză, concomitent conservându-se indicii de rezistenţă, se propune drept catalizator diclorcianuratul de sodiu, menajându-se astfel gradul de alb sau puritatea culorii [18].

O altă condiţie pentru obţinerea de rezultate bune în tratamentele de neşifonabilizare se referă la modul de pregătire a materialului textil. Ţesăturile de bumbac trebuie să fie bine curăţate alcalin şi supuse mercerizării. Înainte de impregnarea cu precondensate, ţesătura trebuie să prezinte o reacţie neutră sau slab acidă. Modificarea structurii celulozei sub acţiunea hidroxidului de sodiu (scăderea gradului de cristalinitate, mărirea suprafeţei specifice interne) uşurează distribuţia uniformă a legăturilor transversale în interiorul fibrei, ceea ce influenţează pozitiv asupra întregului complex de proprietăţi fizico-chimice. În ultimul timp se acorda o atenţie deosebită mercerizării ţesăturilor de bumbac. Pentru intensificarea procesului, în flota de mercerizare se introduc alcooli alifatici inferiori (5-10 g/l butanol). Astfel, concentraţia hidroxidului de comparativ cu indicii obţinuţi în tehnologia clasică prin folosirea clorurii de magneziu. Pe de altă parte se asigură un efect de neşifonabilizare stabil în stare umedă şi uscată, iar prin structura legăturilor formate se obţine stabilitatea răşinii la hidroliza alcalină. Activatorul F (amestec sinergetic) stimulează legarea covalentă a celulozei şi scade gradul de hidroliză, putându-se aplica variantele fulardare-uscare-aburire sau fulardare-uscare [15]. Deoarece nu se generează acid, legătura 1,4 β-glucozidică nu este afectată. Totodată, prin activitatea mărită se explică reducerea concentraţiei precondensatului. Indicii tehnologici (rezistenţa la rupere, stabilitatea la frecare, suma unghiurilor de revenire din şifonare în stare umedă) se îmbunătăţesc.

Concentraţia catalizatorului determină condiţiile de tratare termică, natura precondensatului şi a suportului textil. Sărurile de amoniu se utilizează îndeosebi pentru finisarea materialelor celulozice regenerate. În cazul ţesăturilor de bumbac se observă scăderea rezistenţei la rupere. Azotatul de zinc poate fi utilizat în cazul amestecurilor bumbac - fibre sintetice. Un efect bun de neşifonabilizare şi conservarea proprietăţilor fizico-mecanice se obţin prin folosirea în calitate de catalizator a oxalatului de uree [16]. Pentru conservarea indicilor fizico-mecanici ai ţesăturii se aplică un regim de temperatură adecvat la uscare şi termotratare. De exemplu, dacă se utilizează DMEU, temper
de termotratare nu trebuie să fie mai mare de 170 °C în cazul catalizatorului cloru
magneziu şi numai de 130 °C în cazul clorurii de amoniu sau a persulfatului de a
[17]. Catalizatorii pot influenţa nuanţa ţesăturilor vopsite şi pot îngălbeni ţesăturile a
Clorurile de zinc sau magneziu sunt indicate pentru obţinerea de efecte stabile la c
Clorura de magneziu este compatibilă cu agenţii de albire optică. Sărurile de amon
produc îngălbenirea ţesăturilor albite. Azotaţii, în condiţiile termotratării, sunt oxidanţi puternici şi pot modifica nuanţa vopsirii. Clorura de amoniu poate influenţa fototropia culorii. Pentru realizare unui înalt efect de neşifonabilizare în cazul ţesăturilor de bumbac sau vâscoză, concomitent conservându-se indicii de rezistenţă, se propune drept catalizator diclorcianuratul de sodiu, menajându-se astfel gradul de alb sau puritatea culorii [18].

O altă condiţie pentru obţinerea de rezultate bune în tratamentele de neşifonabilizare se referă la modul de pregătire a materialului textil. Ţesăturile de bumbac trebuie să fie bine curăţate alcalin şi supuse mercerizării. Înainte de impregnarea cu precondensate, ţesătura trebuie să prezinte o reacţie neutră sau slab acidă. Modificarea structurii celulozei sub acţiunea hidroxidului de sodiu (scăderea gradului de cristalinitate, mărirea suprafeţei specifice interne) uşurează distribuţia uniformă a legăturilor transversale în interiorul fibrei, ceea ce influenţează pozitiv asupra întregului complex de proprietăţi fizico-chimice. În ultimul timp se acorda o atenţie deosebită mercerizării ţesăturilor de bumbac. Pentru intensificarea procesului, în flota de mercerizare se introduc alcooli alifatici inferiori (5-10 g/l butanol). Astfel, concentraţia hidroxidului de sodiu este de 140 g/l [19]. De asemenea s-a elaborat mercerizarea uscată care include impregnarea cu soluţia de hidroxid de sodiu, pasaj în aer, spălarea la temperatura de 40 °C şi uscarea [20]. Creşte astfel capacitatea de sorbţie a precondensatelor. În scopul conservării indicilor de rezistenţă, se propune aplicarea tensionării în timpul mercerizării, ceea ce conduce la scăderea tensiunilor şi la distribuirea uniformă a acestora [21].

5.2 Tehnologii de neşifonabilizare cu conţinut redus de formaldehidă

Precondensatele termoreactive folosite la finisarea ţesăturilor eliberează formaldehidă în procesele termice, la depozitare şi la purtător. Deoarece este toxică, cancerigenă, se acordă o atenţie deosebită scăderii conţinutului de formaldehidă liberă din ţesătură.

Cantitatea de formaldehidă degajată depinde de natura şi concentraţia agentului de reticulare şi a catalizatorului, de condiţiile de uscare şi terotratare, de chimismul proceselor ce se desfăşoară în fibră şi de uşurinţa de hidroliză a răşinii în condiţiile de conservare sau de purtare. Eliberarea formaldehidei este legată de structura şi reactivitatea precondensatului. Compuşii metilolici eliberează mult mai repede celuloza decât compuşii cu reactivitate mai mică (dihidroximetilcarbamaţi, dihidroximetil-dihidroxietilenureea). S-a stabilit că prin folosirea catalizatorilor azotat de zinc, clorura de magneziu, pentahidroxiclorura de aluminiu, cantitatea de formaldehidă eliberată este mai mică decât dacă s-ar folosi sulfatul de aluminiu, acidul citric. Creşterea temperaturii de termotratare, în toate cazurile scade conţinutul de formaldehidă din materialul textil. Compoziţiile de finisare influenţează cantitatea de formaldehidă liberă (tab. 5.1 şi 5.2). Conform datelor prezentate, cel mai mic conţinut de formaldehidă se obţine prin folosirea DMU în prezenţa persulfatului sau a clorurii de amoniu. În condiţiile de conservare creşte cantitatea de formaldehidă liberă ca urmare a scindării grupelor metilolice din compusul aminoformaldehidic. După şase zile de conservare cele mai mici cantităţi de formaldehidă se degajă prin folosirea sistemului DMU/ persulfat de amoniu. În celelalte variante (DMU/ NH_4Cl, sau DMEU/ alţi catalizatori) conţinutul de formaldehidă creşte de aproximativ două ori.

Pentru îndepărtarea formaldehidei se efectuează spălarea. Temperatura soluţiei de spălare influenţează asupra conţinutului de formaldehidă reziduală de pe materialul textil, fig. 5.1. Cu cât temperatura de spălare este mai mare se reduce numărul căzilor de spălare şi se diminuează efectul de neşifonabilizare [22].

Tabelul 5.1 ***Compoziţii de neşifonabilizare, g/l***

Denumirea produsului	Varianta				
	1	2	3	4	5
DMEU*	120	120	-	-	140
DMU	-	-	120	120	-
APV**	7	-	-	-	-
Amidon	-	10	10	10	-
Uree	10	10	10	10	10
EPE***	10	10	10	10	10
NH_4Cl	3	3	3	-	-
$(NH_4)_2S_2O_8$	-	-	-	3,5	-
$(COOH)_2$	-	-	-	-	6

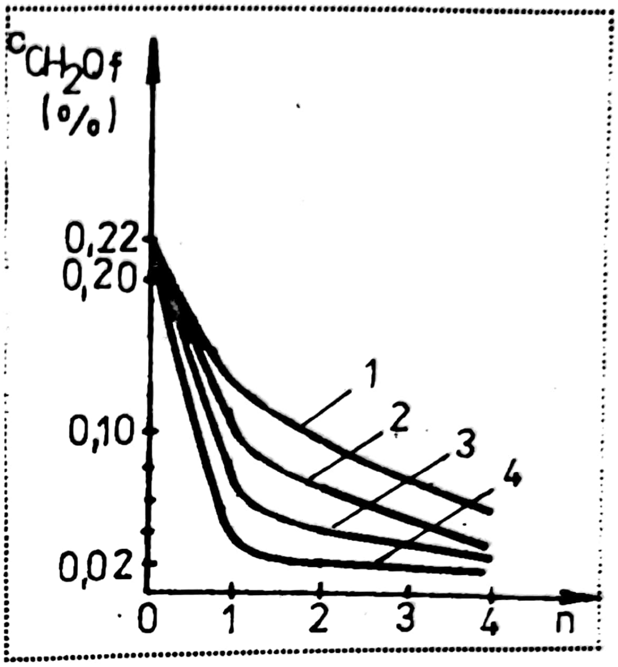
* - vezi anexa I.; ** - APV - alcool polivinilic; *** - EPE - emulsie polietilenică.

Tabelul 5.2 ***Influenţa compoziţiei de neşifonabilizare asupra conţinutului de formaldehidă liberă din ţesătură, %***

Varianta	După finisare	După conservare
1	0,23	0,48
2	0,24	0,47
3	0,16	0,30
4	0,15	0,20
5	0,29	0,57

Într-o altă variantă pentru scăderea conţinutului de formaldehidă liberă se propune introducerea în compoziţia de neşifonabilizare a ureei, etilenureei, pirolului, imidazolului, benztriazolului în concentraţie de 1-3 %. În schimb scade efectul de neşifonabilizare şi se diminuează stabilitatea la acţiunea clorului [23]. Acelaşi efect se obţine dacă flota de impregnare conţine alcooli (etilenglicool, polietilenglicool, alcool polivinilic). Datorită temperaturii ridicate de fierbere alcoolii superiori nu se descompun în timpul tratamentului termic. Alcoolii reacţionează cu grupele hidroxilice ale preparatelor de finisare formând eteri, iar cu formaldehida formează acetali şi poliacetali [24].

Fig. 5.1 Modificarea conținutului de formaldehidă liberă din țesătură prin spălarea la temperatura de 1-20 °C, 2-40 °C, 3-60 °C, 4-80 °C funcție de numărul căzilor de spălare.



În tehnologiile moderne de neșifonabilizare se utilizează noi preparate fără formaldehidă sau produșii tradiționali modificați chimic. Majoritatea precondensatelor au la bază glioxalul și aducții săi cu ureea. Condensatele au tendință mică de a elibera formaldehidă în țesătura finisată și în condițiile de hidroliză la temperatura de 180-200 °C. Frecvent se utilizează sulfatul de aluminiu în calitate de catalizator, gradul de alb al țesăturii nefiind afectat. Pentru scăderea acidității materialului textil se utilizează substanțe tampon (metaborat de sodiu sau preparate siliconice) [25].

5.2.1 Stabilizarea dimensională

În general, stabilizarea dimensională a materialelor textile cuprinde: neșifonabilizarea, anticontracția, efecte stabile de calandrare realizate cu substanțe de reticulare. Compozițiile de finisare depind de scopul urmărit, tab. 5.3-5.9. Pentru anticontracția țesăturilor celulozice se aplică fluxul tehnologic din tab. 5.4.

Efecte stabile de calandrare

Pentru stabilizarea efectului de calandrare sau pentru formarea pe țesătură a unui desen gofrare se combină acțiunea factorilor mecanici cu modificarea chimică a fibrelor celulozice. În acest scop, înainte de calandrare, țesătura se impregnează cu soluții ce conțin precondensate termoreactive, rășini termoplastice, catalizatori. Funcție de tipul cilindrilor de calandrare se pot obține efecte ca: gofrarea, lustruirea, matisarea, neşifonabilizarea cu luciu, cu stabilitate diferită la spălare. La calandrare se conferă forma suprafeţei, iar la termotratare efectul devine stabil prin reticulare, tabelele 5.6-5.9.

Tabelul 5.3 *Tehnologia neşifonabilizării ţesăturilor de bumbac sau din bumbac-poliester [26]*

Operaţia		Compoziţia soluţiilor (g/l) şi parametrii tehnologici
Fulardarea		DMEU 80-220 sau DMET 120-260 sau DMDHEU 100-240 EPVAc 5 EPE 20 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 10-15 sau NH_4Cl 4-5 sau $(NH_4)_2S_2O_8$ 3-4 Temperatura 27 ± 5°C Gradul de preluare 80 ± 5%
Preuscarea		Umiditate remanentă 35-60 %
Uscarea		Temperatura 100-145 °C Umiditatea reziduală 0,5-2 %
Termotratarea	- convecţie	Temperatura ţesăturii 140-160 °C Durata 3-5 minute
	- radiaţii	Temperatura mediului 170-175 °C
Spălarea	1.	Agent de udare 1 Temperatura 40-50 °C
	2.	Apă caldă 40-50 °C
	3.	Apă rece
	4.	Uree - 10 sau diciandiamidă (DCA)
Uscarea		Agent de albire optică - 0,3 Umiditatea finală 3-5 %

* Ureea şi diciandiamida utilizate în cada a IV-a a maşinii de spălat leagă formaldehida liberă. Dacă ţesătura nu se spală, atunci substanţele menţionate se introduc în flota de impregnare în concentraţie de 7 g/l, respectiv 5 g/l; ** Pentru îmbunătăţirea proprietăţilor igienico-sanitare, atunci când nu se efectuează spălarea, în soluţia de impregnare se adaugă dioxid de tiouree în concentraţie de 1,5-2 g/l sau se foloseşte în calitate de catalizator azotatul de zinc în concentraţie de 8-10 g/l; *** Concomitent cu clorura de magneziu se poate utiliza 1-2 g/l acid organic (formic, citric, tartric etc.) cu efect sinergetic asupra activităţii catalitice şi ca urmare se poate comasa uscarea cu termotratarea. Raportul optim al componenţilor clorură de magneziu, acid formic, acid tartric este 10:1:1; **** Concentraţia precondensatului este determinată de masa spacifică a ţesăturii şi de conţinutul în componenta poliesterică.

Tabelul 5.4 *Tehnologia de finisare anticontracție a țesăturilor de bumbac și bumbac-poliester [26]*

Operația		Regimul tehnologic
Fulardare		Compoziția flotei, tab. 5.5 Temperatura 27 ± 5 % Gradul de stoarcere 70-80 %
Preuscare		Umiditatea remanentă 35-60 %
Uscare		Umiditatea reziduală 0,5-2 % Temperatura pe zone 100-140 °C
Termotratare	- convecție	Temperatura mediului 140-170 °C Durata 5-2 min
	- radiații IR	Temperatura țesăturii (160-190 °C)

.* Concentrația precondensatului în flota de fulardare și temperatura de termotratare se aleg pentru fiecare articol în parte, în dependență de compozițioa fibroasă, structura firelor și țesăturii, de modificarea posibilă a dimensiunilor țesăturii la tratamente umede și de diminuarea acceptabilă a rezistenței la tracțiune.

Tabelul 5.5 *Compoziții de impregnare în finisarea anticontracție a țesăturilor de bumbac, g/l [26]*

Denumirea componentului	**Masa specifică, g/m^2**							
	70-150				150-480			
	Varianta							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
DMEU	50-120	50-120	50-120	60	120-180	120-180	120-180	-
Derivat de melamină	-	-	-	-	-	-	-	30-100
EPE	10-12	10-12	10-12	10	10-20	10-20	10-20	-
EPVAc	-	-	-	20	-	-	-	10-20
$(NH_4)_2S_2O_8$	2,5-3	-	-	-	3-5	-	-	-
NH_4Cl	-	2,5-3	-	3	-	5-7	-	5-7
$MgCl_2$	-	-	7-12	-	-	-	12-15	-
DCDA	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6
Agent de udare neionogen	-	-	-	-	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1

* În loc de DMEU se poate folosi DMU, DMDHEU, DMET în concentrație mai mică, 20-30 g/l;

** Emulsia polietilenică (EPE) poate fi înlocuită cu compușii etoxilați;

*** Împreună cu DCDA se poate folosi ureea (7-10 g/l) sau dioxidul de tiouree (1,5-2 g/l).

Tabelul 5.6 *Tehnologia de finisare mată [*

Operația	Regimul tehnologic
Fulardarea	Compoziția flotei, tab. 5.7 Temperatura 25-30 °C Gradul de preluare 80-90 %
Preuscarea	Umiditatea remanentă 45-50 % Temperatura pe zone 100-140 °C
Calandrarea	Temperatura cilindrului 170-200 °C Presiunea pe linia de contact 490-1900 N/cm
Termotratarea	Temperatura țesăturii 175 °C Durata 6-10 s

Tabelul 5.7 ***Compoziții de impregnare (g/l) pentru matisare [26]***

Denumirea componentului	Varianta							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
DMEU	150-200	150-200	150-200	150-200	150-200	150-200	150-200	150-200
EPE	10-15	-	10-15	-	10-15	-	10-15	-
ESi	-	10-15	-	10-15	-	10-15	-	10-15
APV	7-10	7-10	-	-	7-10	7-10	-	-
Amidon	-	-	10-12	10-12	-	-	10-12	10-12
Uree	10	10	10	10	10	10	10	10
NH_4Cl	3	3	3	3	-	-	-	-
$(NH_4)_2S_2O_8$	-	-	-	-	2,5-3	2,5-3	2,5-3	2,5-3

* În cazul utilizării persulfatului de amoniu, uscarea se poate efectua la temperatura de 120 °C. Deoarece catalizatorul acționează în timpul uscării, țesătura se calandrează greu.

** Când se utilizează amestecul clorură de amoniu - acid oxalic (2 g/l) se exclude tratarea termică ulterioară.

*** În rețete se pot introduce agenți de albire optică (0,5-1 g/l).

Tabelul 5.8 *Tehnologia de finisare cu luciu [26]*

Operaţia	Regimul tehnologic
Fulardarea	Compoziţia soluţiei, g/l Eter de hexametilol melamină 50-90 DMU 30-60 Amidon 10 EPE[*] 5-20 Uree sau DCDA[**] 5 NH_4Cl 2,5-3,5
Preuscarea	Umiditatea finală 45-50 %
Uscarea	Temperatura 100-140 °C Umiditatea finală 4-6 %
Calandrarea	Temperatura cilindrului 150-200 °C Presiunea liniară 0,049-0,190 N/cm
Termotratarea	Temperatura ţesăturii 175 °C Durata 6-10 s

[*] EPE - emulsie polietilenică; [**] DCDA - diciandiamida.

Tabelul 5.9 *Tehnologia de obţinere a efectelor de gofrare [26]*

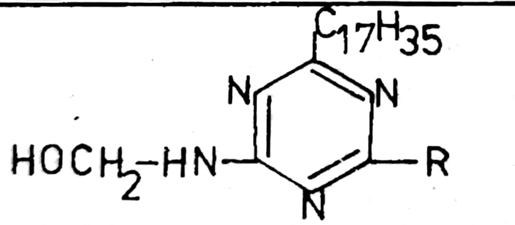
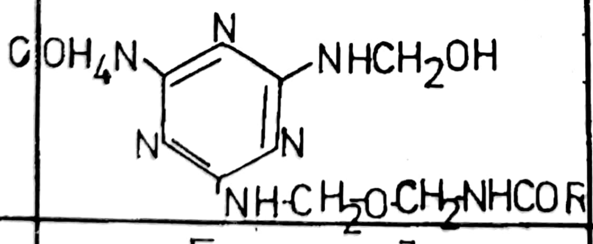
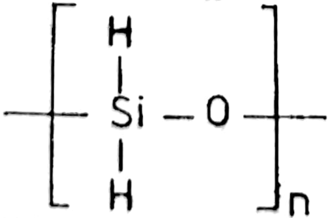
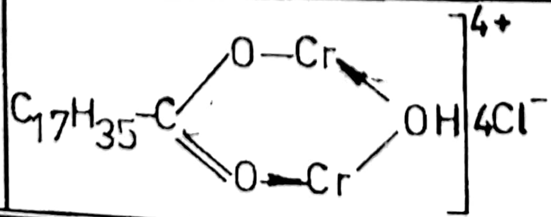
Operaţia	Regimul tehnologic
Fulardarea	Compoziţia soluţiei, g/l DMEU 25-150 EPE 10-20 EPVAc 0-7 Uree 10 NH_4Cl 5 sau $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 15 sau $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ 6
Uscarea	Umiditatea reziduală 8-10 % Temperatura 100-110 °C
Calandrarea	Viteza 15 m/min Temperatura suprafeţei 200-220 °C Presiunea 3,9 MPa
Termotratarea	Temperatura 150-170 °C Durata 3-4 min

5.3 Hidrofobizarea

Pentru conferirea proprietății de respingere a apei de către materialul textil se utilizează: emulsii ceroase ce conțin aluminiu sau zinc (Alamina 520 - Rusia, Persistol E - Germania); compuşi organometalici pe bază de siliciu (Emulsia KE-03-04 - Rusia, Cromolan - Rusia, Impermin G - Germania); produşi metilolici ce conțin lanțuri alchilice lungi, de exemplu, produse de condensare a metilolmelaminei cu N-hidroximetilstearilamida (Fobotex FTŢ - Elveţia, Alamina S - Rusia).

Preparatele: Alamina 520, Persistol E, Emulsia KE-03-04 formează în porii submicroscopici o peliculă hidrofobă care ecranează grupele hidroxilice ale celulozei. Complecşii cu crom sau aluminiu formează macromolecule cu structură ramificată în care sunt implicate grupele hidroxilice ale celulozei. Preparatele Alamina S şi Fobotex FTŢ interacţionează cu grupele funcţionale ale fibrei, ca şi precondensatele termoreactive.

Tabelul 5.10 *Substanţe de hidrofobizare [26]*

Denumirea comercială	Structura	Proprietăţi Destinaţie
Alamina M		Pastă albă ce formează cu apa o suspensie stabilă. Hidrofobizarea vâscozei
Alamina S	 COH$_4$N N NHCH$_2$OH N N NH-CH$_2$-O-CH$_2$NHCOR	Emulsie albă Reacţie slab acidă
Emulsia KE-30-04		Emulsie apoasă cu 50 % compus
Cromolan		Lichid verzui

Grupele alchilice din structura compusului formează în fibră un ecran hidrofob care blochează contactul grupelor hidroxilice cu moleculele de apă. Prin reacția chimică compus de hidrofobizare - polimer fibros și prin formarea ecranului hidrofob se asigură stabilitatea finisării hidrofobe la spălări multiple cu soluție de săpunire la 65 °C.

Tabelul 5.11 *Variante tehnologice de hidrofobizare*

Operația	Regimul tehnologic		
Fulardarea	Compoziția soluției (g/l) I. Cromolan 40-60 Acid acetic (80 %) 5-8 pH = 4-4,5 II. Persistol E 80-200 Acid acetic (100 %) 1-4 III. Alamina C 60-80 Acid acetic (40 %) 5-20 Clorură de amoniu 3-4 IV. Emulsie KE 30-04 60 Catalizator* V. Alamina C 60-80 DMEU, DMU 70-80 Acid acetic (40 %) 15-20 Clorură de amoniu 3-4 Grad de stoarcere 65 %		
Uscarea	Umiditatea reziduală 30-40 %		
Termotratarea		Varianta	
		I	II
- aer cald	Temperatura, °C Durata, min	150-165 2-5	150-165 2-5
- IR	Temperatura țesăturii, °C	175	175

* Țesătura supusă hidrofobizării nu trebuie să conțină urme de alcalii.

** Catalizatorul utilizat în varianta IV este o sare complexă a acetatului de plumb cu trietanolamina.

Pregătirea emulsiei de Alamină S sau Fobotex FTȚ

În apă la temperatura de 70-80 °C se introduce amestecul hidrofobizant - apă în raportul 1:1. Apoi se încălzește până la obținerea unei mase omogene. După oprirea încălzirii și după răcirea la 40-50 °C se adaugă acid acetic. După 10 minute de agitare se adaugă apă (60-70 °C). Ulterior se introduce catalizatorul dizolvat. Temperatura emulsiei nu trebuie să depăşească 70 °C.

5.4 Protecţia antiacidă

Ţesăturile tip bumbac finisate antiacid sunt destinate pentru îmbrăcăminte de protecţie. Până acum nu s-au sintetizat produse adecvate, utilizându-se în acest scop polimeri rezistenţi la acizi în amestec cu preparatele de hidrofobizare. Se aplică etapele de fulardare - uscare (tab. 5.12).

Tabelul 5.12 *Tehnologia de finisare antiacidă [26]*

Operaţia	Condiţii tehnologice
Fulardarea	Compoziţia soluţiei (g/l) Latex 50-100 Persistol E 100-200 Temperatura 25-30 °C Grad de stoarcere 60-80 %
Uscarea	Temperatura 100-140 °C Umiditatea remanentă 4-5 %

5.5 Finisarea imputrescibilă

Fibrele celulozice se descompun sub acţiunea microorganismelor (bacterii, ciuperci etc.). Pentru apărarea de acţiunea destructivă a microorganismelor se folosesc precondensate pe bază de uree şi melamină, produşi pe bază de fenol, săruri amoniacale, preparate biocide care interacţionează cu grupele hidroxilice ale celulozei cu formarea unor legături labile (produşi din seria acriolinei; produşi fenolici cloruraţi).

Activitatea bactericidă a cationilor metalici creşte în ordinea: zinc, plumb, crom, cadmiu, cupru, argint, mercur. Frecvent se utilizează compuşi pe bază de cupru cu capacitate de protejare împotriva multor microrganisme în concentraţie peste 0,4 %.

Cele mai utilizate dintre substanţele organice sunt acidul salicilic, salicilanilida, fenolul şi derivaţii săi. Dintre acestea, salicilanilida nu are miros, este insolubilă în apă rece şi caldă şi este stabilă în condiţii atmosferice prielnice dezvoltării microrganismelor. Se aplică din soluţii alcaline în concentraţie de 10-15 g/l. Conţinutul în ţesătură trebuie să fie de 0,05-0,1 %. Procesul tehnologic cuprinde fulardarea şi uscarea. În ultimul timp se utilizează tananţi complexaţi cu crom şi cupru (tabelul 5.13).

Tabelul 5.13 *Tehnologia de finisare imputrescibilă [26]*

Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l) şi condiţii tehnologice
Impregnarea 1,2		Tanin 20-40 Temperatura 80-90 °C Grad de stoarcere 90-100 %
Uscarea		Umiditatea reziduală 60-70 %
Impregnarea	3	Sulfat de cupru 16-20 Bicromat de potasiu 5-6 Temperatura 80-85 °C
	4	Sulfat de cupru 6-10 Bicromat de potasiu 2-3 Temperatura 80-85 °C Grad de stoarcere 90-110 %
Pasaj în aer		
Spălarea	5,6	Apă rece
	7-10	Apă fierbinte 60-70 °C
Uscarea		Umiditatea remanentă 6-7 %
Fulardarea		Emulsie parafină-stearină 6 % Temperatura 60-70 °C
Preuscarea		Umiditatea reziduală 60-70 %
Fulardarea		Acetat de aluminiu 10-15 Temperatura 25-30 °C
Uscarea		

5.6 Ignifugarea

Metodele de protejare a materialelor textile împotriva focului au la bază următoarele principii [27]:

- depunerea pe ţesătură a unor substanţe care la temperatura de ardere se descompun şi formează un strat protector de gaze;
- formarea pe ţesătură a unei pelicule ignifuge care împiedică arderea;

- transformarea chimică a polimerului pentru a-i conferi stabilitate termică.

Cele mai simple compoziţii de ignifugare au la bază compuşi anorganici (fosfat de amoniu, sulfat de amoniu, bromură de sodiu, carbonat de amoniu, borax şi acid boric). Proprietatea de ignifugare dispare după prima spălare. Compoziţiile pe bază da borax - acid boric în raportul 7:3 - 1:1 întrerup arderea după îndepărtarea sursei de foc, iar materialul textil mocneşte încă 10-20 s. Pentru diminuarea duratei de ardere înăbuşită se recomandă amestecul borax - acid boric - fosfat de amoniu în raportul 7:3:5.

Modificarea chimică a celulozei se bazează pe esterificarea cu acid ortofosforic. Concomitent cu ignifugarea are loc destrucţia fibrei cu repercursiuni asupra indicilor fizico-mecanici. În flota de impregnare se introduc uree, diciandiamida şi în unele cazuri DMU, DMEU etc.

Tabelul 5.14 *Tehnologia de ignifugare a ţesăturilor de bumbac cu diciandiamidă şi acid ortofosforic [26]*

Operaţia		Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l) şi condiţii tehnologice
Fulardarea		Diciandiamida 178-240 Acid ortofosforic (75 %) 130-175 Amoniac (25 %) 90-120 pH-ul 7,5-8 Temperatura 65 °C Grad de stoarcere 100 %
Uscarea		Umiditatea remanentă 1-2 % Temperatura 90-140 °C
Termotratarea	- convecţie	Temperatura 170-175 °C Durata 6-8 minute
	- radiaţii IR	Temperatura sursei 210 °C
Spălarea	1.	Apă fierbinte 60 °C
	2,3	Apă caldă 30-40 °C
	4	Apă rece
Uscarea		Umiditate remanentă 4-7 %

Tabelul 5.15 *Tehnologia de finisare polifuncțională a țesăturilor din fibre celulozice cu preparatul TAF ($OP(NH_2)_2$, NH_4Cl (5 %), $(NH_3)_2SO_4$ (5 %)) [26]*

Operația		Compoziția soluției (g/l sau ml/l) și condiții tehnologice
Fulardarea		Preparat TAF 350-150 Agent de udare 2 DMEU 380 Temperatura 22 °C Grad de stoarcere 60-65 %
Uscarea		Umiditatea reziduală 3-4 % Temperatura 100-120 °C
Termotratarea		Temperatura aerului 155-160 °C Durata 7 minute
Spălarea	1,2	Apă fierbinte 40-50 °C
	3,4	Apă rece
Uscarea		Temperatura aerului 100-140 °C

Tabelul 5.16 *Tehnologia de finisare polifuncțională cu Pirovatex TP*

Operația		Compoziția soluției (g/l sau ml/l) și condiții tehnologice
Fulardarea		Pirovatex TP 350-400 Precondensat melaminic 60-80 Emulsie de polietilenă 20-30 Clorură de magneziu 10 Acid ortofosforic (75 %) 2,9 Temperatura 25 °C Grad de stoarcere 100 %
Uscarea		Umiditatea remanentă 6,5-2 %
Termotratarea		Temperatura 160 °C Durata 5 minute
Spălarea	1	Carbonat de sodiu 2 Temperatura 90 °C
	2	Apă fierbinte 90 °C
	3	Apă caldă 65 °C
	4	Apă rece 20 °C

BIBLIOGRAFIE

1. B.N. Melnikov - *Progress Tekstilnoi himii*, Legprombâtizdat, Moskva, 1988;
2. E. Rossler - *Textilveredlung*, 1985, 1, p. 19;
3. * - *Brevet 4072466*, S.U.A., 1977;
4. N.R. Bertoniere - *Text. Res. J.*, 1981, 1, p. 9;
5. F.F. Shih - *Text. Res. I.*, 1980, 7, p. 433;
6. E.V. Ulianova - *Tekst. Prom.*, 1985, 10, p. 48;
7. F.F. Shih - *Text. Res. I.*, 1981, 4, p. 233;
8. S.Z.Vail - *Textilveredlung*, 1979, 10, p. 436;
9. U. Meyer - *Textilveredlung*, 1975, 8, p. 293;
10. G. Pusch - *Mell. Textilberichte*, 1979, 4, p. 78;
11. D.V. Perikh - *Colourage*, 1980, p. 63;
12. * - *Brevet 4080480*, S.U.A., 1976;
13. E.H. Daruwalla - *Colourage*, 1979, 23, p. 25;
14. N.M. Jeleznova - *Tekst. Prom.*, 1982, 6, p. 59;
15. H.I. Mehta - *Colourage*, 1981, 5, p. 3;
16. A. Hebeish - *Acta polymer*, 1982, 6, p. 381;
17. L.I. Lobanova - *Tekst. Prom.*, 1980, 5, p. 57;
18. * - *Brevet 785400*, Rusia, 1979;
19. V.N. Galaşina - *Tekst. Prom.*, 1984, 5, p. 57;
20. S.K. Patel - *Colourage*, 1983, 5, p. 3;
21. I.K. Kim - *Text. Res. I.*, 1984, 5, p. 325;
22. L.I. Lobanova - *Tekst. Prom.*, 1985, 9, p. 56;
23. I.D. Turner - *Text. Res. I.*, 1984, 2, p. 98;
24. B.A. Andrews - *Text. Chem. a Colour*, 1980, 1, p. 287;
25. M. Welch - *Text. Res. I.*, 1982, 2, p. 149;
26. B.N. Melnikov - *Otd. hlopciatobumajnâh tkanei*, Legprombâtizdat, Moskva, 1991;
27. E. Iliescu - *Tehnologia albirii şi apretării materialelor textile*, Rotaprint, Iaşi, 1982.

CAPITOLUL 6

COMASAREA OPERAŢIILOR DE FINISARE

6.1 Metode comasate de pregătire

În ultimul timp s-au elaborat metode intensive de pregătire a materialelor textile bazate pe comasarea operaţiilor cu mai multe etape. Conform datelor prezentate în tabelul 6.1, prin comasarea operaţiilor de pregătire, consumul energetic se reduce de aproximativ două ori [1].

Tabelul 6.1 ***Consumuri energetice în două variante de pregătire***

Varianta	Etapa tehnologică	Consum energetic kj/tonă
I	Curăţire (impregnare-aburire)	6,2
	Spălare-acidulare-spălare	5,0
	Albire (impregnare-aburire)	6,2
	Spălare	5,5
	Uscare	2
	Total:	24,9
II	Curăţire-albire	6,2
	Spălare	5,5
	Uscare	2,0
	Total:	13,7

De perspectivă sunt procesele într-un singur stadiu care presupune comasarea a trei operaţii: descleierea, fierberea, albirea. Deocamdată procedeul într-un stadiu se aplică pentru ţesăturile din amestecul bumbac - poliester, sub formă de funie şi cuprinde etapele: acidularea (3-5 g/l acid sulfuric, temperatura 40-50 °C), spălarea, impregnarea (în g/l: peroxid de hidrogen 100 % - 6-8, hidroxid de sodiu 4,5-5, silicat de sodiu 15-20, tripolifosfat de sodiu 1-2, tensid de udare - dispersare 3-5), aburirea (temperatura 100 °C, durata 60 minute), spălarea finală (apă caldă şi apă rece).

În ţesătură rămâne până la 15 % agent de încleiere, iar capilaritatea nu depăşeşte 110-120 mm într-o oră.

Intensificarea pregătirii într-un singur stadiu se bazează pe folosirea sistemelor stabilizatoare şi a intensificatorilor. De exemplu, în scopul accelerării descleierii oxidative cu peroxid de hidrogen se adaugă persulfat de amoniu [2].

Firma BASF propune utilizarea stabilizatorului PRESTOGEN EV (5 g/l) alături de (g/l): hidroxid de sodiu (35 %) - 30, carbonat de sodiu - 20, agent de udare-dispersare-emulsionare - 2-3 şi etapele: tratarea timp de 20 minute la temperatura de 60-70 °C; aburirea la temperatura de 100 °C timp de 1-1,5 min cu viteza de deplasare a ţesăturii de 50-60 m/min, spălarea cu soluţia ce conţine substanţe de extracţie a însoţitorilor (2 g/l Lubrifol DK, 2 g/l Kieralon OL) [3].

În Franţa se propune descleierea şi fierberea prin utilizarea fermenţilor [4]. Ţesătura din fibre celulozice sau din amestec fibre celulozice - fibre sintetice (poliacrilonitril, poliester) se impregnează cu o soluţie ce conţine (g/l): peroxid de hidrogen (35 %) - 20-40, hidroxid de sodiu - 4, silicat de sodiu - 4, preparat fermentativ ENZILAZA S-10, agent de udare - 1. După aburire la temperatura de 95-102 °C, timp de 10-20 minute, ţesătura se spală cu apă fierbinte la temperatura de 90 °C. Se obţine descleierea completă şi o valoare a gradului de alb de 80-84 %.

Firma Höchst propune metoda într-un singur stadiu de desceiere-albire cu o soluţie ce conţine peroxid de hidrogen, carbonat acid de sodiu, amine alifatice şi uree.

6.2 Comasarea operaţiilor de vopsire şi albire

La scară industrială se folosesc metode comasate de albire cu peroxid de sodiu sau cloramine şi de vopsire cu coloranţi reactivi, cuvosoli, direcţi rezistenţi la lumină.

În cazul vopsirii cu coloranţi cuvosoli flota mixtă conţine: peroxid de hidrogen - 5 ml/l, silicat de sodiu - 5 g/l, agent de udare - 3 g/l, colorant covosol - 5-10 g/l, azotit de sodiu - 15 g/l, clorură de sodiu - 5 g/l [1].

De perspectivă sunt procesele într-un singur stadiu care presupune comasarea a trei operaţii: descleierea, fierberea, albirea. Deocamdată procedeul într-un stadiu se aplică pentru ţesăturile din amestecul bumbac - poliester, sub formă de funie şi cuprinde etapele: acidularea (3-5 g/l acid sulfuric, temperatura 40-50 °C), spălarea, impregnarea (în g/l: peroxid de hidrogen 100 % - 6-8, hidroxid de sodiu 4,5-5, silicat de sodiu 15-20, tripolifosfat de sodiu 1-2, tensid de udare - dispersare 3-5), aburirea (temperatura 100 °C, durata 60 minute), spălarea finală (apă caldă şi apă rece).

În ţesătură rămâne până la 15 % agent de încleiere, iar capilaritatea nu depăşeşte 110-120 mm într-o oră.

Intensificarea pregătirii într-un singur stadiu se bazează pe folosirea sistemelor stabilizatoare şi a intensificatorilor. De exemplu, în scopul accelerării descleierii oxidative cu peroxid de hidrogen se adaugă persulfat de amoniu [2].

Firma BASF propune utilizarea stabilizatorului PRESTOGEN EV (5 g/l) alăt de (g/l): hidroxid de sodiu (35 %) - 30, carbonat de sodiu - 20, agent de ud dispersare-emulsionare - 2-3 şi etapele: tratarea timp de 20 minute la temperatura d 70 °C; aburirea la temperatura de 100 °C timp de 1-1,5 min cu viteza de deplas ţesăturii de 50-60 m/min, spălarea cu soluţia ce conţine substanţe de extracţi însoţitorilor (2 g/l Lubrifol DK, 2 g/l Kieralon OL) [3].

În Franţa se propune descleierea şi fierberea prin utilizarea fermenţilor [4]. Ţesătura din fibre celulozice sau din amestec fibre celulozice - fibre sintetice (poliacrilonitril, poliester) se impregnează cu o soluţie ce conţine (g/l): peroxid de hidrogen (35 %) - 20-40, hidroxid de sodiu - 4, silicat de sodiu - 4, preparat fermentativ ENZILAZĂ S-10, agent de udare - 1. După aburire la temperatura de 95-102 °C, timp de 10-20 minute, ţesătura se spală cu apă fierbinte la temperatura de 90 °C. Se obţine descleierea completă şi o valoare a gradului de alb de 80-84 %.

Firma Hőchst propune metoda într-un singur stadiu de desceiere-albire cu o soluţie ce conţine peroxid de hidrogen, carbonat acid de sodiu, amine alifatice şi uree.

6.2 Comasarea operaţiilor de vopsire şi albire

La scară industrială se folosesc metode comasate de albire cu peroxid de sodiu sau cloramine şi de vopsire cu coloranţi reactivi, cuvosoli, direcţi rezistenţi la lumină.

În cazul vopsirii cu coloranţi cuvosoli flota mixtă conţine: peroxid de hidrogen - 5 ml/l, silicat de sodiu - 5 g/l, agent de udare - 3 g/l, colorant covosol - 5-10 g/l, azotit de sodiu - 15 g/l, clorură de sodiu - 5 g/l [1].

Flota de vopsire cu coloranţi reactivi conţine: cloramină (6 g/l), silicat de sodiu (5 g/l), carbonat acid de sodiu (5 g/l), agent de udare (1-2 g/l), colorant reactiv (2-10 g/l), uree (40 g/l), clorură de sodiu (20 g/l).

Pentru albirea şi vopsirea cu coloranţi direcţi se utilizează compoziţia (g/l): cloramină - 6, hidroxid de sodiu - 4, carbonat de sodiu 2-3, agent de udare 2, colorant direct 10-15 [5].

După fulardare, aburirea se efectuează la temperatura de 100-102 °C timp de 6-20 minute şi apoi se supune tratamentelor finale specifice fiecărei clase tehnologice de coloranţi (tab. 6.2, 6.3, 6.4).

Prin aplicarea procedeului comasat de albire şi vopsire, consumul energetic scade de 1,8 ori, iar consumul de apă se reduce cu 30 %.

A. Grigoriu [6] propune procedeul de albire într-o singură etapă a materialelor celulozice, fără tratamente de curăţire, care prezintă fazele tehnologice ale procesului de albire - vopsire, atât cu coloranţi direcţi cât şi cu coloranţi de cadă (ţinându-se seama de stabilitatea în apă oxigenată a ambelor tipuri de coloranţi cât şi a produselor folosite în acest scop). Deorece cerurile nu se îndepărtează în totalitate, materialul textil totuşi are o hidrofilie corespunzătoare şi un tuşeu moale şi plăcut. Ca avantaje economice se menţionează reducerea duratei globale, ceea ce înseamnă creşterea productivităţii muncii, economii de apă şi de energie. De asemenea, apele reziduale sunt în cantitate mai mică şi se impurifică mai puţin.

Tabelul 6.2 *Procedeul continuu de albire şi vopsire cu coloranţi reactivi*

Faza		Compoziţia flotei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant reactiv 2-10 Uree 40 Cloramină 6 Silicat de sodiu 5 Agent de udare 2 Hidroxid de sodiu 5 Clorură de sodiu 20 Temperatura, °C 60 Grad de stoarcere 125 %
Aburirea		Temperatura (°C)/Durata (min) 101-102 / 12
Spălarea	1,2	Apă caldă (60-70 °C)
	3	Agent de săpunire 2 Temperatura, °C 70-80
	4	Spălare

Flota de vopsire cu coloranţi reactivi conţine: cloramină (6 g/l), silicat de sodiu (5 g/l), carbonat acid de sodiu (5 g/l), agent de udare (1-2 g/l), colorant reactiv (2-10 g/l), uree (40 g/l), clorură de sodiu (20 g/l).

Pentru albirea şi vopsirea cu coloranţi direcţi se utilizează compoziţia (g/l): cloramină - 6, hidroxid de sodiu - 4, carbonat de sodiu 2-3, agent de udare 2, colorant direct 10-15 [5].

După fulardare, aburirea se efectuează la temperatura de 100-102 °C timp de 6-20 minute şi apoi se supune tratamentelor finale specifice fiecărei clase tehnologice de coloranţi (tab. 6.2, 6.3, 6.4).

Prin aplicarea procedeului comasat de albire şi vopsire, consumul energetic scade de 1,8 ori, iar consumul de apă se reduce cu 30 %.

A. Grigoriu [6] propune procedeul de albire într-o singură etapă a materialelor celulozice, fără tratamente de curăţire, care prezintă fazele tehnologice ale procesului de albire - vopsire, atât cu coloranţi direcţi cât şi cu coloranţi de cadă (ţinându-se seama de stabilitatea în apă oxigenată a ambelor tipuri de coloranţi cât şi a produselor folosite în acest scop). Deorece cerurile nu se îndepărtează în totalitate, materialul textil totuşi are o hidrofilie corespunzătoare şi un tuşeu moale şi plăcut. Ca avantaje economice se menţionează reducerea duratei globale, ceea ce înseamnă creşterea productivităţii muncii, economii de apă şi de energie. De asemenea, apele reziduale sunt în cantitate mai mică şi se impurifică mai puţin.

Tabelul 6.2 *Procedeul continuu de albire şi vopsire cu coloranţi reactivi*

Faza		Compoziţia flotei (g/l sau ml/l) şi parametrii tehnologici
Impregnarea		Colorant reactiv 2-10 Uree 40 Cloramină 6 Silicat de sodiu 5 Agent de udare 2 Hidroxid de sodiu 5 Clorură de sodiu 20 Temperatura, °C 60 Grad de stoarcere 125 %
Aburirea		Temperatura (°C)/Durata (min) 101-102 / 12
Spălarea	1,2	Apă caldă (60-70 °C)
	3	Agent de săpunire 2 Temperatura, °C 70-80
	4	Spălare

Tabelul 6.3 *Procedeul discontinuu de albire şi vopsire cu coloranţi direcţi a firelor înfăşurate pe formate*

Operaţia	Compoziţia flotei	Regimul tehnologic
Albirea-vopsirea	Colorant direct 1 % Peroxid de hidrogen (30 %) 3-4 Carbonat de sodiu 0,5-1 Silicat de sodiu 3-4 Agent de udare 0,1-0,2	30' la 40 °C 40-90 °C în 40'-60' 30' la 90 °C
Spălarea	Apă caldă Agent de fixare 3 Acid acetic (30 %) 3	45-50 °C, 30' 60°C, 20-30'

Tabelul 6.4 *Procedeul comasat de albire şi vopsire cu coloranţi de cadă pentru fi înfăşurate pe formate*

Faza	Compoziţia soluţiei (g/l sau ml/l)	Parametrii tehnologici
Impregnarea cu suspensia de colorant	Colorant de cadă x Agent de dispersare 1-2 Agent de udare 0,3-2 Hidroxid de sodiu 2 Agent de dedurizare 0,5-2	50 °C, 40'
Reducerea	Hidroxid de sodiu (32,5 %) 3,7 Hidrosulfit de sodiu 1,6 Hidrosulfit de sodiu 0,3	50 °C, 10' 50 °C, 60' 50 °C, 20'
Oxidarea	Peroxid de hidrogen (30 %) 3,7 Acid acetic (60 %) 0,5	40 °C, 20'
Albirea	Peroxid de hidrogen (35 %) 1,2 Hidroxid de sodiu (32,5 %) 1,35 Silicat de sodiu 0,33	60-80 °C, 10' 80-100 °C, 30' 50 °C, 50'
Spălarea	Apă fierbinte	80 °C, 20'
Neutralizarea	Acid acetic (60 %) 1,2-1,5	90 °C, 20'

6.3 Comasarea operaţiilor de mercerizare şi vopsire

Variantele comasate de mercerizare - vopsire pot fi aplicate pe liniile de mercerizare sau de vopsire. În cazul utilizării liniilor de mercerizare, operaţia de vopsire se efectuează în ultimele compartimente de impregnare cu hidroxid de sodiu sau în primele căzi de spălare. Se aplică coloranţii de cadă prin metoda cu alcalii-reducător sau coloranţii de sulf. În zona de impregnare temperatura soluţiei se încălzeşte la 80-90 °C (tab. 6.5) [1].

În cazul utilizării liniei de vopsire, colorantul de cadă se aplică sub formă de suspensie, iar în căzile de reducere pentru obţinerea efectului de mercerizare se măreşte concentraţia substanţei alcaline până la 200-220 g/l şi, apoi, se efectuează aburirea la temperatura de 112-114 °C (tab. 6.6).

Tabelul 6.5 ***Procedeul de mercerizare şi vopsire cu coloranţi de cadă***

Faza		Compoziţia soluţiei, g/l	Parametrii
Impregnarea		Hidroxid de sodiu 220 Agent de udare 5	20-25 °C
Spălarea	1	Apă fierbinte	85-90 °C
	2	Apă fierbinte	90 °C
Pasaj în aer		Durata	3'
Vopsirea	3	Colorant de cadă 3-5 Hidroxid de sodiu 10 Hidrosulfit de sodiu 12 Agent de udare 1 Agent de intensificare 5 Grad de stoarcere 110 %	60-90 °C
Oxidarea	1.	Apă rece	10-25 °C
	2.	Peroxid de hidrogen 3	20-25 °C
	3.	Apă rece	10-25 °C
	4.	Acid sulfuric 3-5	10-25 °C
	5.	Apă fierbinte	70-80 °C
	6.	Agent de săpunire 2 Carbonat de sodiu 1	80-90 °C
	7,8	Apă caldă	50-65 °C

Tabelul 6.6 *Procedeul de mercerizare - vopsire pe linia de vopsire*

Faza		Compoziţia soluţiei(g/l sau ml/l)	Parametrii
Fulardarea		Colorant de cadă x, agent de dispersare y, grad de stoarcere 90 %	40-45 °C
Uscarea			90-100 °C
Fulardarea dublă		Hidroxid de sodiu 220 Rongalită 30-40	20-25 °C
Aburirea			112-114 °C, 60 s
Pasaj în aer			40 s
Spălarea	1.	Apă rece	10-25 °c
	2,3,4	Apă caldă	60-65 °c
	5	Agent de săpunire	80 °C
	6,7	Apă fierbinte	80 °C
	8	Apă caldă	60-65 °C

6.4 Efectuarea simultană a vopsirii şi a tratamentelor de finisare superioară

Literatura prezintă cuplarea vopsirii (coloranţi reactivi) cu neşifonabilizarea (DHMEU) în cazul ţesăturilor mixte (bumbac 67 %, poliester 33 %) prin aplicarea fluxului tehnologic: fulardare, uscare, termotratare (temperatura 200-210 °C, durata 30 s), spălare [7]. Pe componenta poliesterică, colorantul reactiv este reţinut prin intermediul răşinii şi nu poate fi extras la fierbere, în mediu apos sau în prezenţa solvenţilor. Cantitatea optimă de precondensat este de 80-100 g/l, fig. 6.1 [8].

Pentru îmbunătăţirea efectului de neşifonabilizare în flota de impregnare se introduce DMEU, în aceeaşi concentraţie ca şi DHDMEU şi se utilizează drept catalizator clorura de magneziu (5-10 g/l). Uniformitatea vopsirii se asigură prin utilizarea alcoolului polivinilic, carboximetilcelulozei, amestecului alginat de sodiu - poliacrilamida în raportul 1:1. Se obţine intensificarea vopsirii, stabilitatea la frecare în stare uscată şi în stare umedă, indici înalţi de neşifonabilizare.

Aplicarea coloranţilor cuvosoli pe materialele din vâscoză concomitent cu precondensatele de neşifonabilizare presupune utilizarea persulfatului de amoniu drept catalizator pentru oxidarea colorantului şi pentru desfăşurarea reacţiei de policondensare, conform succesiunii tehnologice:

1. impregnarea ţesăturii cu soluţia ce conţine (g/l): colorant cuvosol - 10, uree - 15, persulfat de amoniu - 4-6; durata de impregnare 10-20 s; grad de preluare 100 %;
2. uscarea la temperatura de 100 °C;
3. fulardarea cu compoziţia (g/l): DMEU - 150, matazina 6U 40-60, răşină termoplastică 10-20, persulfat de amoniu 1-2; durata de imersie 10-20 s, gradul de preluare 100 %;
4. uscarea la temperatura de 100 °C;
5. termofixarea la temperatura de 130 °C, timp de 3 minute [9].

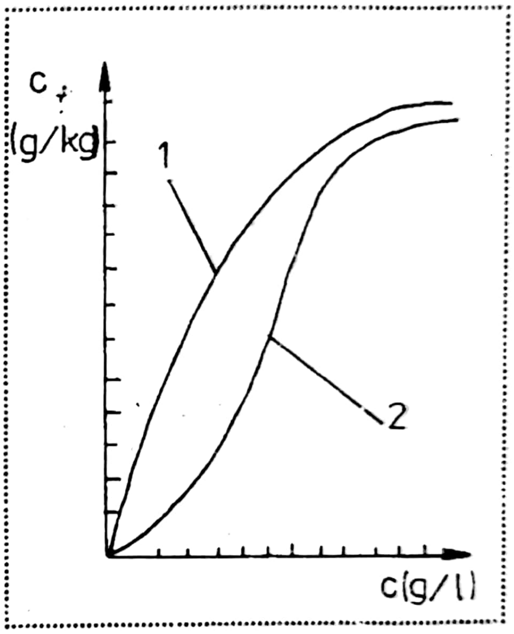


Fig. 6.1 Cantitatea de colorant reactiv fixat pe componenta celulozică (1) şi pe componenta poliesterică (2) în funcţie de concentraţia de precondensat

De asemenea, într-o altă variantă se utilizează coloranţii Indosol (Sandoz) şi agentul de reticulare Indosol CR sub formă lichidă care la temperatură tă interacţionează cu grupele hidroxilice ale ei, ale colorantului şi ale substanţelor de abilizare. Se parcurg etapele succesive: area cu soluţia colorantului, uscarea, ardarea cu soluţia agentului de reticulare (80-130 g/l), uscarea până la un conţinut rezidual de umiditate de 3-6 %, termofixarea la nivelele temperatură (°C) - timp (s): 180-30, 170-60, 160-180. La temperatură ridicată se desfăşoară condensarea reticulantului şi fixarea colorantului. Se obţin vopsiri stabile, neşifonabilizare satisfăcătoare şi stabilitate dimensională [1].

Cercetătorii americani propun o nouă variantă de vopsire şi neşifonabilizare [10]. Coloranţii reactivi cu grupe N-hidroximetilenice, bifuncţionali, în prezenţa unui catalizator acid (clorura de amoniu sau clorura de magneziu) formează legături transversale între macromoleculele de celuloză, îmbunătăţindu-se indicii de neşifonabilizare în stare umedă şi în stare uscată. Se parcurg etapele: fulardare (colorant, catalizator, sulfat de sodiu), uscare, termotratare (155 °C, 5 minute), spălare, uscare.

S-a elaborat procedeul comasat de imprimare cu coloranţi de cadă şi de finisare superioară (neşifonabilizare, anticontracţie) care se bazează pe utilizarea preparatului DIMOS [11]. Ţesătura se impregnează cu soluţia ce conţine preparatul (fără conţinut de formaldehidă), substanţa alcalină şi precondensatul cu grupe hidroxilice. După uscare,

1. impregnarea ţesăturii cu soluţia ce conţine (g/l): colorant cuvosol - 10, uree - 15, persulfat de amoniu - 4-6; durata de impregnare 10-20 s; grad de preluare 100 %;
2. uscarea la temperatura de 100 °C;
3. fulardarea cu compoziţia (g/l): DMEU - 150, matazina 6U 40-60, răşină termoplastică 10-20, persulfat de amoniu 1-2; durata de imersie 10-20 s, gradul de preluare 100 %;
4. uscarea la temperatura de 100 °C;
5. termofixarea la temperatura de 130 °C, timp de 3 minute [9].

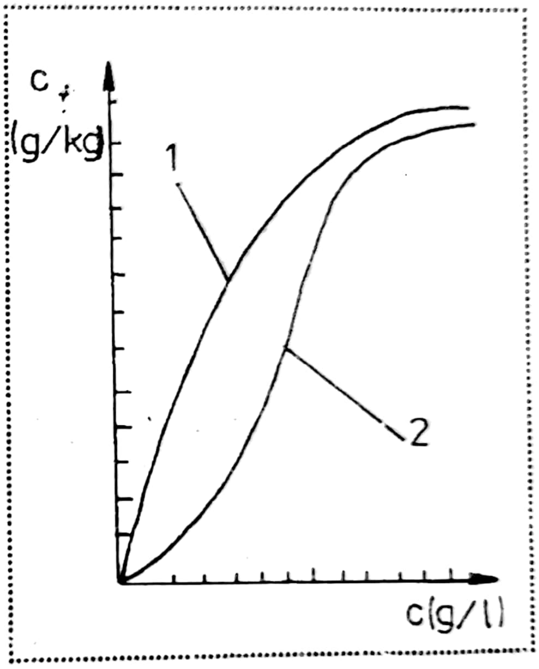


Fig. 6.1 Cantitatea de colorant reactiv fixat pe componenta celulozică (1) şi pe componenta poliesterică (2) în funcţie de concentraţia de precondensat

De asemenea, într-o altă variantă se utilizează coloranţii Indosol (Sandoz) şi agentul de reticulare Indosol CR sub formă lichidă care la temperatură ridicată interacţionează cu grupele hidroxilice ale celulozei, ale colorantului şi ale substanţelor de neşifonabilizare. Se parcurg etapele succesive: fulardarea cu soluţia colorantului, uscarea, fulardarea cu soluţia agentului de reticulare (80-130 g/l), uscarea până la un conţinut rezidual de umiditate de 3-6 %, termofixarea la nivelele temperatură (°C) - timp (s): 180-30, 170-60, 160-180. La temperatură ridicată se desfăşoară condensarea reticulantului şi fixarea colorantului. Se obţin vopsiri stabile, neşifonabilizare satisfăcătoare şi stabilitate dimensională [1].

Cercetătorii americani propun o nouă variantă de vopsire şi neşifonabilizare [10]. Coloranţii reactivi cu grupe N-hidroximetilenice, bifuncţionali, în prezenţa unui catalizator acid (clorura de amoniu sau clorura de magneziu) formează legături transversale între macromoleculele de celuloză, îmbunătăţindu-se indicii de neşifonabilizare în stare umedă şi în stare uscată. Se parcurg etapele: fulardare (colorant, catalizator, sulfat de sodiu), uscare, termotratare (155 °C, 5 minute), spălare, uscare.

S-a elaborat procedeul comasat de imprimare cu coloranţi de cadă şi de finisare superioară (neşifonabilizare, anticontracţie) care se bazează pe utilizarea preparatului DIMOS [11]. Ţesătura se impregnează cu soluţia ce conţine preparatul (fără conţinut de formaldehidă), substanţa alcalină şi precondensatul cu grupe hidroxilice. După uscare, ţesătura imprimată cu colorantul de cadă prin metoda alcalii - rongalită se spală şi se usucă. Pasta de imprimare conţine (g/kg): colorant de cadă 75, glicerină 60, alcalii-apă (1:1) 50, aglutinant-rongalită (1:1) 150, aglutinant până la 1 kg. Se obţine un efect de neşifonabilizare stabil în stare umedă şi în stare uscată, gradul de fixare al colorantului creşte cu 5-10 % faţă de tehnologia clasică de imprimare şi rezultă un contur clar al desenului.

Vopsirea simultană cu neşifonabilizarea ţesăturilor din amestec polietilentereftalat-bumbac în proces continuu presupune utilizarea coloranţilor reactivi şi a procedeului pad-dry-cure [12].

Noul procedeu de fixare a imprimeurilor cu pigmenţi sau a vopsirilor prin fulardare şi în acelaşi timp de condensare a produselor de înnobilare pe materialele celulozice sau pe amestecuri ale acestora cu fibrele sintetice, se caracterizează prin faptul că fixarea şi condensarea se efectuează cu aer cald la temperatura de 120-180 °C, timp de 30-60 s în prezenţa acidului tricloracetic (singur sau în amestec cu sărurile lui) care serveşte drept catalizator [13].

BIBLIOGRAFIE

1. B.N. Melnikov - *Progres Tekstilnoi himii*, Legprombâtizdat, Moskva, 1988;
2. B.C. Burdott - *J. Soc. a. Colour*, 1985, 2, p. 53;
3. K. Gebert - *Mell. Textilberichte*, 1984, 10, p. 682;
4. * - *Brevet 2497274*, Franţa;
5. G.L. Alekseeva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1989, 2, p. 74;
6. A. Grigoriu - *Industria Uşoară*, 1986, p. 411;
7. A.P. Lazareva - *Tekst. Prom.*, 1987, 12, p. 15;
8. T.L. Scegoleva - *Tehn. Tekst. Prom.*, 1989, 2, p. 67;
9. I.V. Scednova - *Vopr. him. i ek. vâ tekst. pr.*, Sankt-Petersburg, 1979, p. 176;
10. M. Kamel - *Amer. Dyest. Rep.*, 1982, 7, p. 26;
11. * - *Brevet 54-96199*, Japonia, 1978;
12. W. Schindler - *Mell. Textilberichte*, 1990, 5, p. 388;
13. * - *Brevet 2.348.309*, Germania.

CAPITOLUL 7

ACTIVAREA PROCESELOR DE FINISARE TEXTILĂ

7.1. Comportarea fibrelor textile în mediile de finisare

Apa şi solvenţii organici utilizaţi ca mediu de finisare sub formă lichidă sau sub formă de vapori activează fibrele textile. Efectele termice de umflare depind de compatibilitatea polimer-solvent, tab. 7.1. [1, 2].

Tabelul 7.1.a *Entalpia integrală de umflare, -ΔH, a fibrelor textile în solvenţi organici şi în apă la temperatura de 25 °C [2].*

Fibra	ΔH, kj/g			
	Benzaldehidă	Nitrobenzen	Alcool benzilic	Apă
Bumbac	12,9	8,7	5,9	43,3
Acetat secundar	61,5	48,3	23,5	31,4
Triacetat	66,4	56,7	31,1	13,5
Poliester	8,4	2,7	2,3	1,7

Hidrofilia scade de la fibrele naturale la fibrele sintetice fig. 7.1.a, iar compatibilitatea cu solvenţii organici creşte. Diferenţele în efecte termice de umflare pentru fibrele celulozice în apă şi în solvenţi organici sunt determinate de volumul molar. Pentru solvenţii organici cu un volum molar de 104-108 cm^3, cantitatea legată este de 22-42 mmol/100 g fibră şi chiar mai mare dacă energia de interacţiune creşte. În cazul apei cu un volum molar de 18 cm^3, cantitatea legată creşte de 15-30 ori, adică la aproximativ 643 mmol/100 g fibră, cu toate că entalpia umflării scade de la 26-31 kj/mol la 22 kj/mol [4].

Tabelul 7.1.b — *Umflarea fibrelor în apă [3].*

Fibra	Umflarea transversală, %		Umflarea axială, %	Umflarea volumică, %
	Diametrul	Aria		
Bumbac	20-23,7	40-47	-	-
In	-	47	0,1-0,2	-
Iută	20-21	40	-	-
Bumbac mercerizat	17	24-46	0,1	-
Vâscoză	25-52	50-114	3,7-3,8	109-127
Acetat	9-17	6-26	-	30-41
Lână	16,3-16,5	19	1,3-1,6	30-32
Mătase	[illegible]	-	-	-
Poliamida	1,9-2,6	1,6-3,2	2,7-6,9	8,1-11,0

Apa produce nu numai umflarea fibrelor, dar şi mărirea dimensiunilor porilor de la 0,5 nm la 2-3 nm, creşterea de 5-10 ori a suprafeţei interne şi modificarea diametrului cu 45-50 %. Astfel se creează condiţii favorabile pentru difuzia substanţelor de finisare prin porii submicroscopici în suprafaţa internă a fibrei. Conţinutul de umiditate a fibrelor depinde de umiditatea mediului de depozitare (fig. 7.1.b)

Apa plastifiază celuloza după mecanismul molecular sau, în câteva cazuri, după unul structural; până la 12 % apă sorbită, temperatura de tranziţie scade liniar. La valori mai mari de 12 % apă reţinută (650 mmol/100 g fibră) cu toate că se modifică mobilitatea interfibrilară, nu se schimbă semnificativ temperatura de vitrifiere, fig. 7.1.b.

Prin umflarea liberă a celulozei în apă care are loc în condiţiile vopsirii discontinue, conţinutul la echilibru reprezintă 44-49 % apă raportat la materialul absolut uscat. Domeniile amorfe ale fibrei celulozice se plastifiază la temperatura de 10-20 °C. Prin umflarea în apă, temperatura de vitrifiere scade de la 200-210 °C (specifică pentru fibra celulozică absolut uscată) la 10-30 °C.

Apa interacţionează cu fibrele hidrofil-hidrofobe şi hidrofobe, producându-se plastifierea polimerului după mecanismul structural sau după mecanismul mixt (structural şi molecular) cu repercursiuni asupra temperaturii de vitrifiere (tab. 7.2).

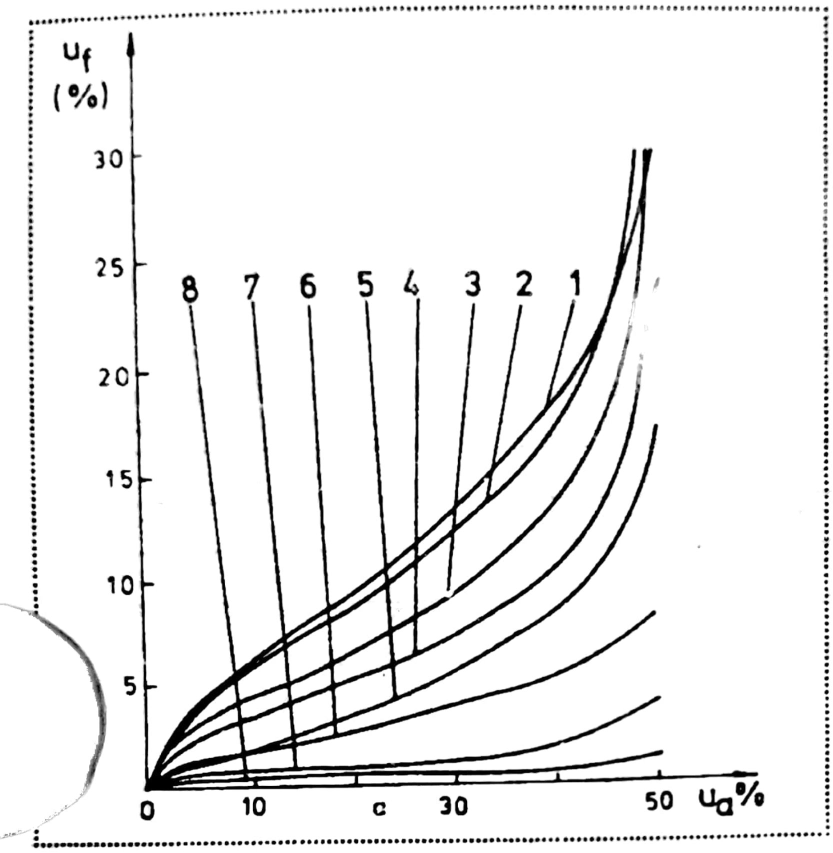
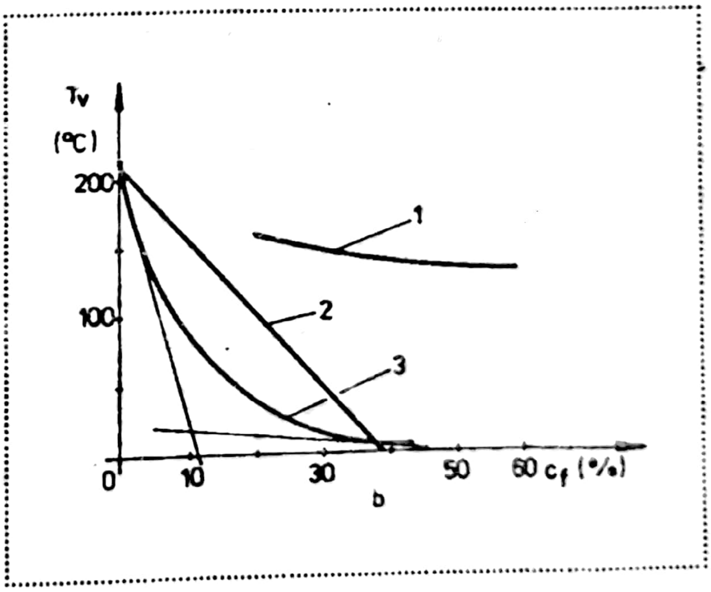


Fig. 7.1.a. Dependenţa conţinutului de umiditate a fibrei de umiditate relativă a aerului. 1 - lână, 2 - vâscoză, 3 - mătase, 4 - bumbac, 5 - acetat, 6 - poliamidă, 7 - orlan, 8 - terilenă [7].

Fig. 7.1.b Influenţa plastifianţilor asupra temperaturii de vitrifiere a celulozei. 1 - ureea, 2 - oxid de trietilfenilamoniu, 3 - apa.



Pentru fibrele poliesterice, în condiţiile standard de conservare, temperatura de vitrifiere scade cu 2 °C. După 24 de ore de menţinere în apă, temperatura de vitrifiere scade cu 16 %. Temperatura de vitrifiere depinde de condiţiile de obţinere ale polimerului, de structura fizică (orientare, grad de cristalinitate) şi de metoda de determinare [5].

Tabelul 7.2. *Influenţa apei asupra temperaturii de vitrifiere a fibrelor*

Fibra	Temperatura de vitrifiere, °C			Conţinutul de apă, %		$\Delta T = T_{VC} - T_{VU}$
	Fibra			Fibra		
	absolut uscată	condiţionată T_{VC}	umedă T_{VU}	condiţionată	umedă	
Polietilentereftalat	> 100	71	57	0,4	6,8	14
Poliamidă	73	41	28	4	6	13
Poliacrilonitril	-	97	30	-	-	67
Acetat	118	84	30	5	15,3	54

7.2. Activarea termică

Multe probleme tehnologice în procesele continue de finisare în care se utilizează concentraţii ridicate de substanţe chimice au fost rezolvate prin activarea materialului textil înainte de impregnare. Ca urmare a îndepărtării aerului din porii fibrelor creşte capacitatea de sorbţie a soluţiei de fulardare. Activarea preliminară în operaţiile de descleiere, curăţire alcalină şi albire conduce la îndepărtarea intensivă a substanţelor de încleiere şi a însoţitorilor. Totodată se poate micşora concentraţia substanţelor de finisare. În procesele continue de vopsire într-o fază şi în tratamentele de finisare superioară se creează premisele pentru distribuţia uniformă a substanţelor aplicate.

Forţa motrice a impregnării este determinată de căderea totală de presiune [6]:

$$\Delta P = P_a + \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos\theta}{R} - \frac{P_r}{l - \frac{l}{l_0}} \cdot \frac{T_s}{T_f} - P_{vs}$$

în care: P_a - presiunea atmosferică;

P_r - presiunea reziduală creată prin vacuumare sau prin înlocuirea aerului cu fluid (vapori de apă sau solvent);

P_{vs} - presiunea vaporilor saturaţi ai fluidului la temperatura T_s;

σ - tensiunea superficială la interfaţa gaz-lichid.

θ - unghiul de contact al lichidului cu suprafaţa porului;

R - raza medie a porilor;

l - lungimea medie a porilor;

T_s, T_f - temperatura absolută a soluţiei, respectiv temperatura fibrei umplută cu aer;

$P_c = 2\sigma \cdot \cos\theta / R$ - presiunea capilară.

Presiunea vaporilor saturaţi ai lichidului, P_{vs}, la temperatura soluţiei T_s, se determină din ecuaţia:

$$P_{vs} = P_o \cdot \exp(- \Delta H / R \cdot T_s)$$

în care:

P_o - factor preexponenţial;

ΔH - căldura de evaporare a soluţiei;

Pe baza ecuaţiei de mai sus, gradul de umplere al porilor, la echilibru, (GU_∞), se determină cu relaţia:

$$GU_\infty = 1 - \frac{P_r \cdot \frac{T_s}{T_f}}{P_a + P_c - P_{vs}}$$

Din analiza relaţiei de mai sus se deduc posibilităţile de intensificare a impregnării materialelor textile. De exemplu gradul de umplere al porilor poate fi modificat într-o plajă largă de valori prin scoaterea aerului rezidual din porii fibrei în urma vacuumării. Scăderea unghiului de contact conduce, de asemenea, la mărirea adîncirii de pătrundere a soluţiei în materialul textil şi practic se obţine prin folosirea substanţelor active de suprafaţă [7]. Totuşi intensificarea cea mai eficientă are loc prin încălzirea materialului textil.

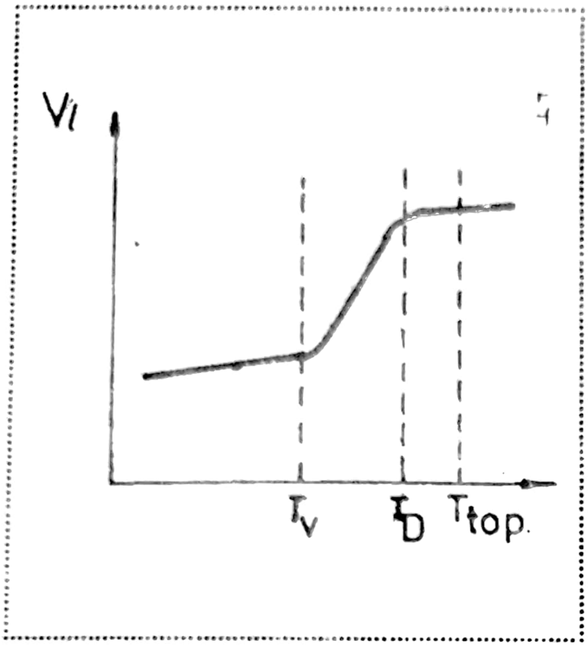
Prin activarea termică se accelerează difuzia substanţelor chimice şi se îmbunătăţesc indicii de rezistenţă ai materialului textil. Rezultatele se explică prin creşterea accesibilităţii fibrei odată cu creşterea temperaturii (fig. 7.2.).

Temperatura de vitrifiere a polimerului depinde de gradul de etirare, fig. 7.3

Volumul liber al fibrei la temperatura T este dat de relaţia:

$$V_T = V_{Tv} + \Delta\alpha(T - T_v)$$

în care: V_{Tv} - volumul liber al fibrei la temperatura de tranziţie; $\Delta\alpha$ - coeficientul de dilatare al polimerului.



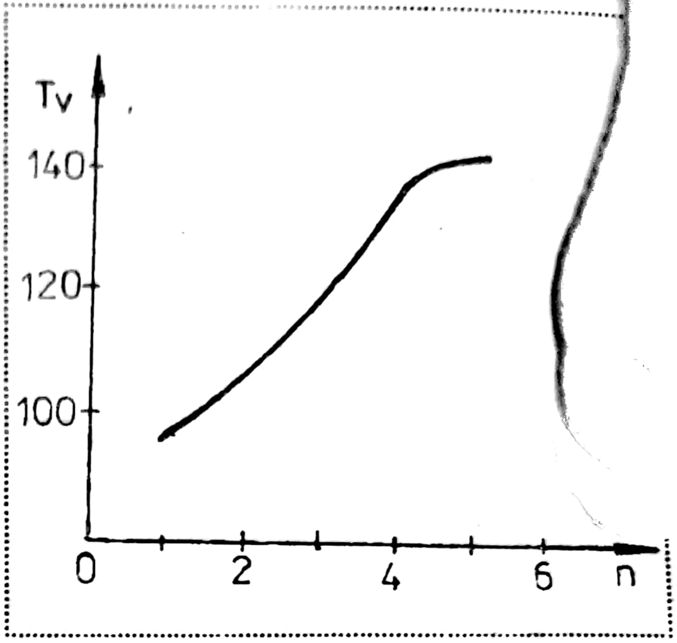


Fig. 7.2 Dependența volumului liber al fibrei de temperatură

Fig. 7.3. Influența gradului de etirare a PA 6,6 asupra temperaturii de vitrifiere.

La $T > T_v$, pentru coeficienții de difuzie se poate scrie relația Williams-Landel-Ferry (WLF):

$$\ln (D_T/D_{Tv}) = A(T - T_v) / (B + T - T_v)$$

în care: A și B - constante.

Ecuația WLF ilustrează accelerarea procesului de difuzie în corelație cu diferența $\Delta T_v = T - T_v$. La temperatura de difuzie Ts > Tv are loc saltul semnificativ al coeficientului de difuzie (fig. 7.4), care la rândul său depinde de saltul de temperatură, fig.7.5. Cu cât diferența $\Delta T_s = T_s - T_v$ este mai mare, cu atât mai mult se mărește coeficientul de difuzie, fig. 7.6.

Ținând seama de elementele de bază prezentate mai sus, metodele de intensificare se împart în trei grupe de bază:

1. metode în care diferența $T - T_v$ se realizează prin creșterea temperaturii de tratare;
2. metode prin care diferența $T - T_v$ se mărește prin scăderea temperaturii de vitrifiere;
3. metode prin care se asigură simultan creșterea temperaturii de lucru și scăderea domeniului de tranziție al polimerului.

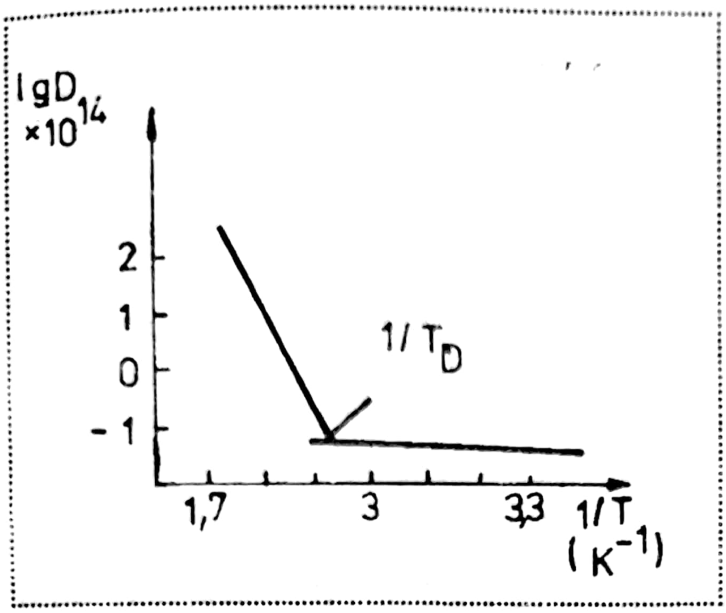


Fig. 7.4. Dependența de temperatură a coeficientului de difuzie în fibra poliacrilonitrilică a coloranților de dispersie.

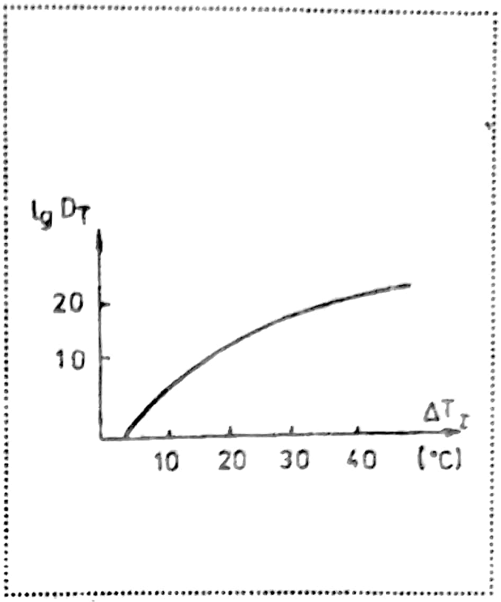


Fig. 7.5. Accesibilitatea fibrei poliesterice în dependență de saltul de temperatură.

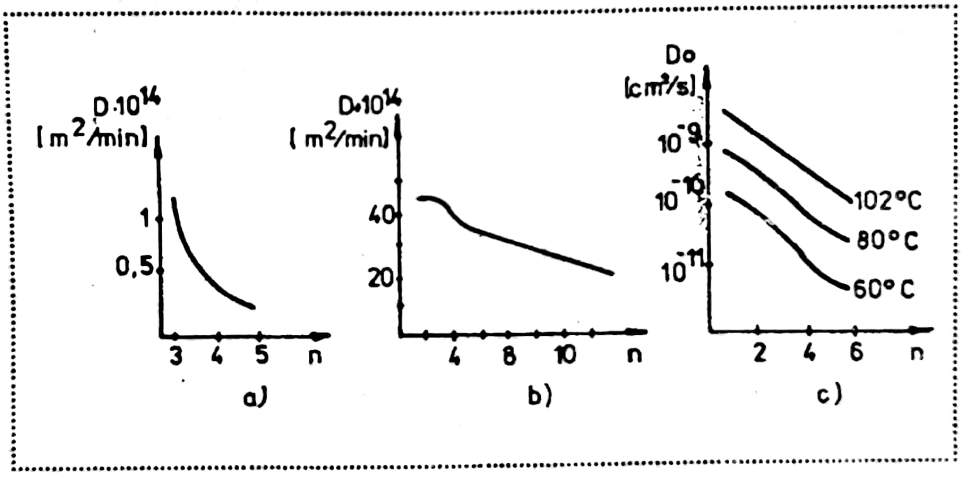


Fig. 7.6. Influența gradului de etirare asupra difuziei coloranților de dispersie în poliester la temperatura de 100 °C (a), în sistemul poliacrilonitril-coloranți cationici (b) și a coloranților de dispersie în poliamida 6,6 (c).

Apa utilizată frecvent în procesele de finisare este un mediu bun de transfer de căldură către materialul textil. Totuși în procesele continue de finisare, când țesătura are temperatura mediului, prin introducerea în flota de impregnare fierbinte, durata de atingere a echilibrului termic este destul de mare, fig. 7.7. [8].

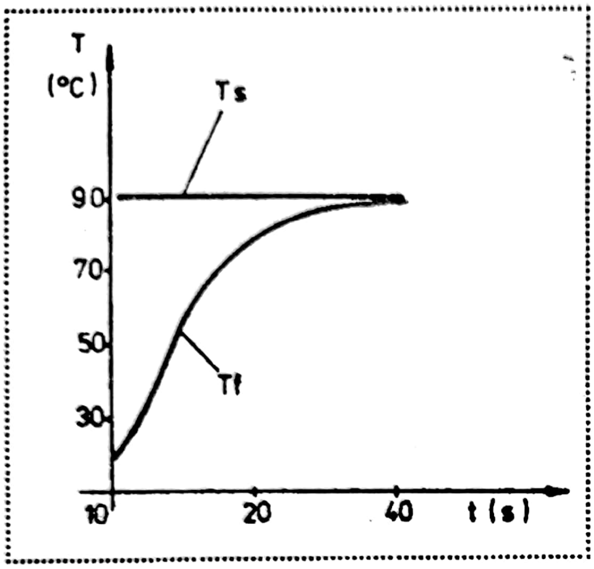


Fig. 7.7. Dependența ce caracterizează temperatura țesăturii de bumbac la contactul cu soluția de impregnare încălzită la temperatura de 90 °C.

Conducerea procesului de impregnare la temperatura optimă poate servi ca element de intensificare. Prin introducerea materialului textil încălzit în flota de impregnare, la început udarea are loc la temperatură ridicată şi apoi acesta se răceşte până la temperatura flotei. Durata de contact a materialului textil cu flota de impregnare depinde de conductibilitatea termică a țesăturii, de condițiile termodinamice şi de gradientul de temperatură. Prin încălzirea prealabilă, grupele hidroxilice ale celulozei devin active ca urmare a ruperii legăturilor de hidrogen inter- şi intramoleculare şi deci vor interacționa rapid cu substanțele de finisare. Aerul rezidual din materialul textil îşi micşorează densitatea, formându-se în pori o depresiune. Deoarece, prin răcirea la temperatura soluției de impregnare vaporii de apă condensează, se măreşte efectul de vacuumare, accelerându-se astfel difuzia internă.

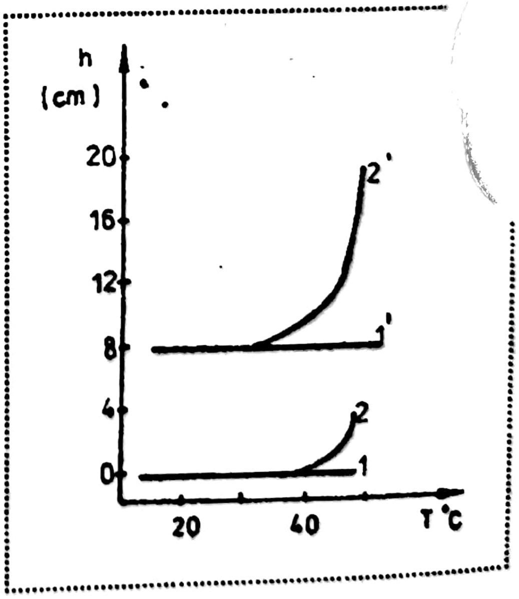


***Fig. 7.8.** Eficacitatea umectării țesăturilor de bumbac crude (1, 2) şi albite (1', 2').*

Modificarea umectării în corelație cu temperatura flotei şi a materialului textil s-a analizat din comportarea țesăturilor crude (1, 2) şi albite (1', 2'), (fig. 7.8) [8].

Într-o serie de experimentări, temperatura soluției s-a modificat de la 20 °C la 90 °C, iar temperatura materialului textil introdus în flotă a fost de 20 °C (curbele 1, 1'). Într-o altă serie de experimentări temperatura materialului textil s-a adus la temperatura fluidului de impregnare în plaja de temperatură 20-90 °C (curbele 2, 2').

O activare foarte simplă constă în impregnare prealabilă în apă fierbinte (durata 5-10 s, temperatura 90 °C) şi stoarcere, (grad de preluare 70 %) [9]. Prin stoarcere se îndepărtează umiditatea dintre fibre şi fire, astfel că la impregnarea cu flota de finisare propriu-zisă ţesătura umedă o va sorbi cu aceeaşi viteză ca şi o ţesătură uscată. Prin activare se poate reduce concentraţia colorantului din flota de vopsire cu 20-30 % fără a se diminua intensitatea vopsirii.

În cazul fibrelor celulozice, mediul de încălzire joacă un rol determinant asupra modificărilor structurale, puse în evidenţă în cazul vâscozei [10].

Tabelul 7.3. *Indicii caracteristici vâscozei supusă la diferite tratamente termice.*

Indicele	Mediul de activare							
	Abur (100 °C)				Aer cald (180 °C)			
	Durata de activare, min							
	0	1	3	9	0	1	2	3
Unghiul de orientare a cristalitelor, δ (grad)	16,7	18	18,4	18	16,7	19,4	18,4	17,6
Densitatea, ρ (g/cm^3)	1,469	1,493	1,491	1,490	1,469	1,495	1,494	1,492
Absorbţia integrală în IR, D_{OH}	220	176	116	212	220	150	226	309

Unghiul de orientare atinge valoarea maximă la durata de tratare de 3 min. în abur şi la 1 min. în aer. La aceste durate se obţin valori minime pentru absorbţia integrală în infraroşu în domeniul numerelor de undă 3600-3200 cm^{-1} ceea ce corespunde diminuării interacţiunilor prin legături de hidrogen. Şi pentru alte fibre celulozice s-au obţinut rezultate asemănătoare (tab. 7.4).

Tabelul 7.4. *Valorile unghiului de orientare al cristalitelor.*

Condiţii de activare			Fibra		Pelicula hidratcelulozică
Mediul	Temperatura, °C	Durata, min	Bumbac	Celofibră	
-	-	-	25,4	13,5	30
Abur	100	3	27,4	14,5	39,6
Aer	180	1	27,6	15,1	43,6

Scăderea densităţii concomitent cu creşterea unghiului de orientare a cristalitelor se explică prin modificările conformaţionale în celuloză şi prin diminuarea frecvenţei legăturilor de hidrogen din zonele amorfe şi de tranziţie. Creşterea temperaturii de încălzire a ţesăturii influenţează pozitiv asupra cantităţii de colorant reţinut în fibră prin procedeul pad-steam, (tabelul 7.4).

Tabelul 7.4. *Influenţa încălzirii prealabile a ţesăturilor de bumbac asupra sorbţiei de colorant Brun direct KH [4].*

Nr. crt.	Ţesătura	Conţinutul de colorant în fibră, g/kg					
		Fără încălzire	Cu încălzirea prealabilă a ţesăturii timp de 1 min. la temperatura, °C				
			140	150	160	170	180
1.	Crudă	7,8	10,2	10,8	10,9	11,6	11,
	Albită	9,9	12,9	13,2	13,4	13,6	13
2.	Crudă	5,4	9,1	9,3	9,6	10,1	10,
	Albită	8,0	9,0	10,6	11,4	11,5	11,4

Prin diferite variante de încălzire - abur saturat cu temperatura de 100 °C şi durata de 50 s, prin conductibilitate cu temperatura suprafeţei de 145-150 °C timp de 30 s, prin convecţie la temperatura de 140-200 °C timp de 10-15 s, prin radiaţii la densităţi de iradiere 2-3 W/cm^2 timp de 3-6 s - s-a intensificat vopsirea cu diferite clase de coloranţi (sulf, cadă, cuvosoli etc) (tab. 7.5, 7.6).

Tabelul 7.5. *Influenţa încălzirii prealabile a ţesăturilor de bumbac asupra intensităţii vopsirii (K/S) cu coloranţi de sulf.*

Colorantul	Ţesătura								
	crudă			descleiată			mercerizată din crud		
	Abur	Aer	Contact	Abur	Aer	Contact	Abur	Aer	Contact
Albastru K	35,6	39,7	118,3	12,0	-	41,3	44	-	35
Brun	21,6	20,0	56,7	6,2	7,5	42,9	25,7	43,7	65,8
Negru	56,1	43,1	71,1	30,7	17,7	13,8	35,2	28,5	59

Conform datelor prezentate, la vopsirea ţesăturilor crude, descleiate, mercerizate din crud, prin încălzirea prealabilă creşterea gradului de fixare al coloranţilor reprezintă 20-100 %. Încălzirea prealabilă a ţesăturilor albite sau albite şi mercerizate prin convecţie sau conductibilitate, influenţează într-o mai mică măsură asupra gradului de fixare. Eficienţa maximă se obţine în cazul ţesăturilor crude explicată prin mărirea gradului de impregnare. Încălzirea prealabilă a ţesăturilor crude poate compensa efectul operaţiei de curăţire. Diferenţele apărute între diverse contexturi supuse aceloraşi tratamente de încălzire a țesăturii influențează pozitiv asupra cantității de colorant reținut în fibră prin procedeul pad-steam, (tabelul 7.4).

Tabelul 7.4. *Influența încălzirii prealabile a țesăturilor de bumbac asupra sorbției de colorant Brun direct KH [4].*

Nr. crt.	Țesătura	Conținutul de colorant în fibră, g/kg					
		Fără încălzire	Cu încălzirea prealabilă a țesăturii timp de 1 min. la temperatura, °C				
			140	150	160	170	180
1.	Crudă	7,8	10,2	10,8	10,9	11,6	11,6
	Albită	9,9	12,9	13,2	13,4	13,6	13,2
2.	Crudă	5,4	9,1	9,3	9,6	10,1	10,0
	Albită	8,0	9,0	10,6	11,4	11,5	11,4

Prin diferite variante de încălzire - abur saturat cu temperatura de 100 °C și durata de 50 s, prin conductibilitate cu temperatura suprafeței de 145-150 °C timp de 30 s, prin convecție la temperatura de 140-200 °C timp de 10-15 s, prin radiații la densități de iradiere 2-3 W/cm^2 timp de 3-6 s - s-a intensificat vopsirea cu diferite clase de coloranți (sulf, cadă, cuvosoli etc) (tab. 7.5, 7.6).

Tabelul 7.5. *Influența încălzirii prealabile a țesăturilor de bumbac asupra intensității vopsirii (K/S) cu coloranți de sulf.*

Colorantul	Țesătura								
	crudă			descleiată			mercerizată din crud		
	Abur	Aer	Contact	Abur	Aer	Contact	Abur	Aer	Contact
Albastru K	35,6	39,7	118,3	12,0	-	41,3	44	-	35
Brun	21,6	20,0	56,7	6,2	7,5	42,9	25,7	43,7	65,8
Negru	56,1	43,1	71,1	30,7	17,7	13,8	35,2	28,5	59

Conform datelor prezentate, la vopsirea țesăturilor crude, descleiate, mercerizate din crud, prin încălzirea prealabilă creșterea gradului de fixare al coloranților reprezintă 20-100 %. Încălzirea prealabilă a țesăturilor albite sau albite și mercerizate prin convecție sau conductibilitate, influențează într-o mai mică măsură asupra gradului de fixare. Eficiența maximă se obține în cazul țesăturilor crude explicată prin mărirea gradului de impregnare. Încălzirea prealabilă a țesăturilor crude poate compensa efectul operației de curățire. Diferențele apărute între diverse contexturi supuse acelorași tratamente de pregătire se explică prin încălzirea neuniformă a suprafeţei şi a straturilor interne. De remarcat că activarea celulozei este temporară şi de aceea trebuie de redus la minimum spaţiul dintre încălzire şi impregnare. Concomitent cu mărirea cantităţii de colorant fixat în fibră, cresc rezistenţele vopsirilor la frecare şi la spălare şi există o temperatură optimă de încălzire prealabilă a ţesăturii determinată de starea colorantului în sistem (fig. 7.9).

Tabelul 7.6. *Influenţa încălzirii prealabile a ţesăturii de bumbac asupra conţinutului de colorant de cadă.*

Colorantul de cadă	Ţesătura					
	crudă				curăţată fără încălzire	
	fără încălzire		cu încălzire prealabilă			
	sorbit, g/kg	fixat, %	sorbit, g/kg	fixat, %	sorbit, g/kg	fixat, %
Galben auriu IH	9,8	84,7	10,4	99,1	11,3	90,2
Violet intens KD	4,3	86,0	9,2	96,7	8,9	94,4
Verde intens ID	9,0	70,0	12,3	92,6	12,5	95,2

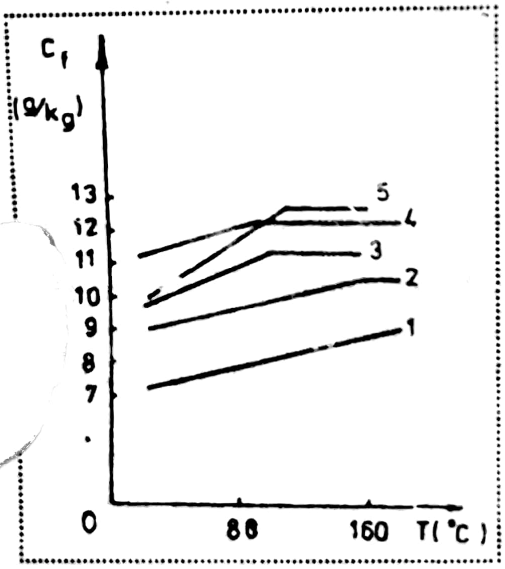


Fig. 7.9. Influenţa temperaturii de încălzire a bumbacului asupra sorbţiei de colorant direct violet C (5), negru diazotabil (4), galben j (3), violet (2) şi mov JH (1).

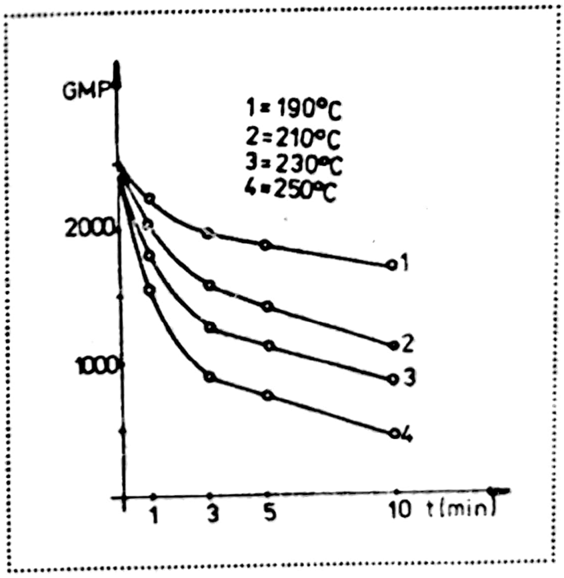


Fig. 7.10. Influenţa duratei de încălzire cu aer cald asupra gradului mediu de polimerizare a celulozei la diferite temperaturi.

Starea colorantului în sistem este determinată de gradul de asociere, de solubilitate, de sensibilitatea la temperatură şi de stabilitatea soluţiei. De exemplu colorantul Brun direct IH este puţin solubil şi temperatura admisibilă de încălzire a ţesăturii este de 180 °C [11]. Fibrele celulozice suferă modificări semnificative ale gradului mediu de polimerizare la temperaturi mai mari de 180 °C (fig. 7.10). Spre deosebire de fibrele celulozice, activarea fibrelor termoplastice prin încălzirea preliminară nu întotdeauna conduce la intensificarea vopsirii. Aceasta se explică prin faptul că domeniile dezordonate ale fibrei prezintă tendinţa de cristalizare, aflându-se într-o stare metastabilă. Prin încălzire, creşte mobilitatea segmentelor de lanţ şi devine probabil cristalizarea, cu creşterea densităţii (fig. 7.11).

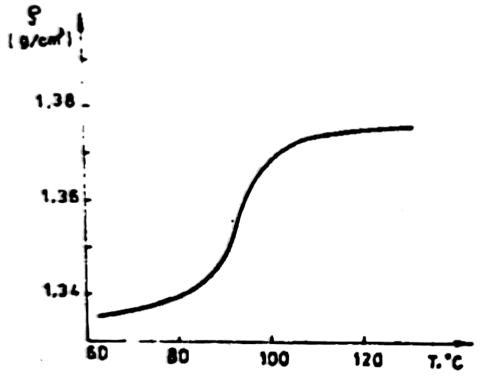


Fig. 7.11. Densitatea peliculei de PET în funcţie de temperatura de încălzire preliminară.

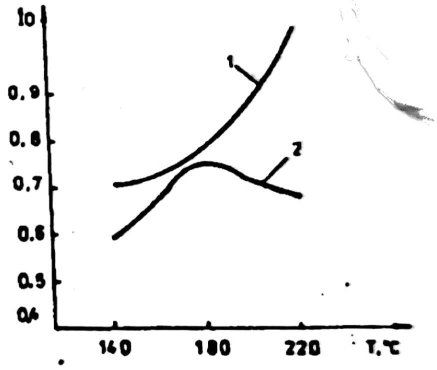


Fig. 7.12. Indicele de ordonare a peliculei de PET în dependenţă de temperatura de încălzire (1 - 240 min şi 2 - 20 min.)

Concomitent se modifică gradul de ordonare (fig. 7.12) şi sorbţia de colorant, (fig. 7.13). Cu ajutorul spectroscopiei în infraroşu s-a pus în evidenţă influenţa temperaturii de încălzire preliminară (100-200 °C) cu aer cald a polietilentereftalatului asupra proceselor de cristalizare (tabelul 7.7). Raportul intensităţilor de sorbţie la numerele de undă 980 cm^{-1} şi 800 cm^{-1}, reflectă fracţia grupelor etilenice aflate în poziţia trans. Creşterea acestui raport la temperatura de 180 °C indică amplificarea ordonării lanţurilor macromoleculare. Scăderea raportului intensităţilor de la numerele de undă 1045 cm^{-1} şi 975 cm^{-1} indică mărirea numărului de grupe aflate în conformaţia trans şi în jurul cărora oscilează ciclurile aromatice [12]. Dimensiunea medie a cristalitelor depinde de duritatea condițiilor de termotratare (tab. 7.8). Dimensiunea medie a cristalitelor ating valori maxime la încălzirea prin conductibilitate [13].

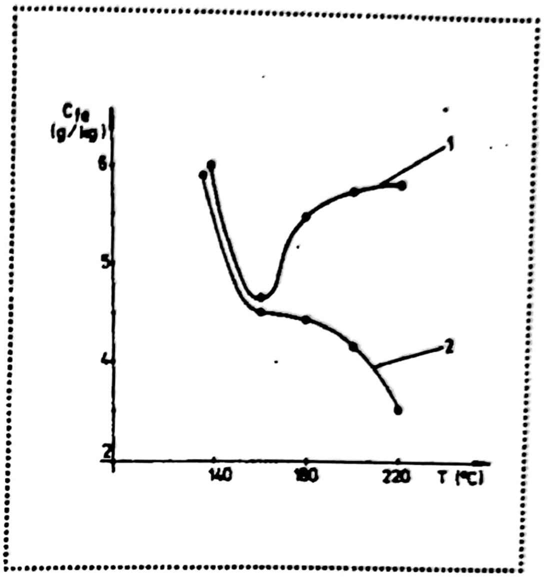


Fig. 7.13. Influența temperaturii de tratare prealabilă a țesăturii poliesterice asupra sorbției de colorant Disperse yellow C.I. 60 după 5 minute (1) și 240 minute (2).

Temperatura de vitrifiere a polietilentereftalatului se modifică în funcție de gradul de cristalinitate (fig. 7.14).

Această dependență se explică prin creșterea coeziunii intermoleculare prin legături secundare (fig. 7.15).

Tabelul 7.7. *Influența temperaturii de tratare asupra intensităților relative de sorbție la diferite lungimi de undă. Durata de încălzire 2 minute.*

Temperatura, °C	$\frac{I_\lambda = 980\ cm^{-1}}{I_\lambda = 800\ cm^{-1}}$	$\frac{I_\lambda = 1045\ cm^{-1}}{I_\lambda = 975\ cm^{-1}}$
100	0,92	1,82
150	0,94	1,82
180	0,99	1,66
200	0,95	1,59
-	0,92	1,88

Concomitent cu fenomenele de cristalizare, la nivel macroscopic se observă contracția (fig. 7.16) [14].

În timpul tratamentelor termice pot să apară forme structurale diferențiate prin accesibilitate, (fig. 7.17).

Din punct de vedere tehnologic s-a constatat că modificările structurale influențează asupra proceselor de difuzie și sorbție. De exemplu pentru fibrele poliamidice, ca urmare a creșterii cristalinității are loc diminuarea mobilității segmentelor de lanț și, implicit,a accesibilității substanțelor de finisare (fig. 7.18).

Tabelul 7.8. *Modificări în microstructura fibrei poliesterice după încălzirea prin contact şi după încălzirea prin convecţie (durata de încălzire 60 s).*

Condiţii		Dimensiunea medie a cristalelor (nm) în direcţie perpendiculară pe planele cristalografice			Gradul de cristalinitate %
		010	110	1010	
Încălzirea prin conductibilitate la temperatura, °C	190	4,4	4,4	4	52
	210	7	5,3	4,7	58
	230	9	6,8	5,9	62
Încălzirea prin convecţie, °C	190	4	4,1	3,7	50
	210	5	4,6	4,1	54
	230	6,5	6,1	4,9	59
Netratată		2,6	2,9	3,2	36

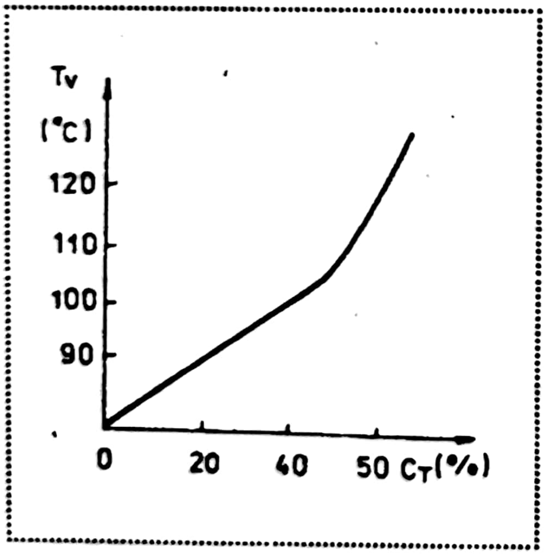


Fig. 7.14. Influenţa gradului de cristalinitate asupra temperaturii de vitrifiere a polietilentereftalatului.

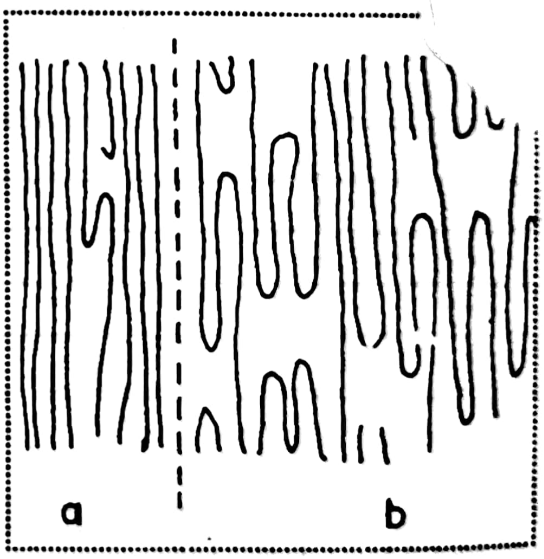


Fig. 7.15. Modificarea structurii fibrelor termoplastice în termostabilizare a - fibra întinsă; b - fibra termostabilizată.

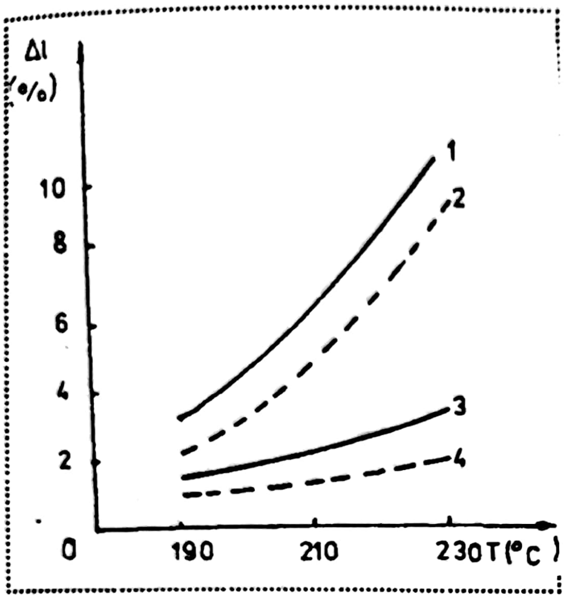


Fig. 7.16. Contracţia PET netexturat (1, 3) şi texturat (2, 4), prin convecţie (1, 2) şi prin conductibilitate (3, 4);

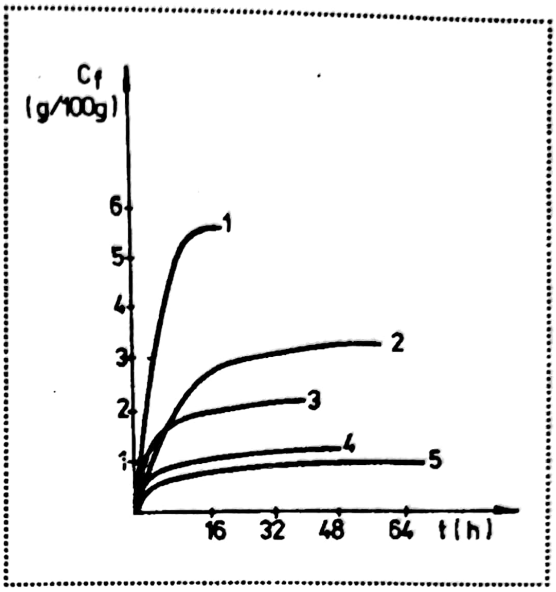


Fig. 7.17. Izoterme de sorbţie pentru structurile polimorfe ale acetatului 1-ε, 2-δ, 3-γ, 4-β, 5-α.

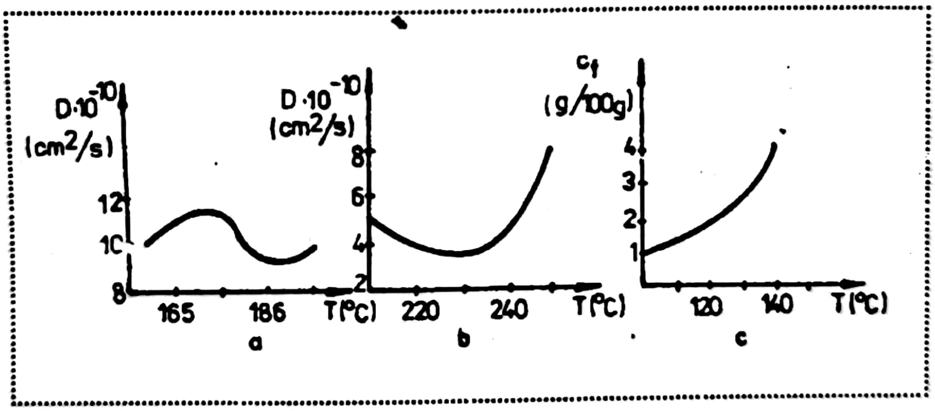


Fig. 7.18. Influenţa condiţiilor de termotratare asupra difuziei coloranţilor de dispersie în fibrele poliamidice.
a. PA 6 pretratată cu aer cald; b. PA 66 pretratată cu aer cald;
c. PA 6 pretratată cu aer saturat.

Modificarea microstructurii fibrelor sub acţiunea termică se răsfrânge asupra neşifonabilizării. De exemplu, în cazul unei ţesături poliesterice încălzită timp de 1 min. la temperatura de 170-210 °C nu se modifică indicii de neşifonabilizare, în schimb prin încălzirea la temperatura de 230 °C, unghiul de revenire din şifonare scade cu 40-50 °C. Deoarece se înrăutăţesc indicii de utilizare ai materialului textil, în cazul încălzirii prin conductibilitate, temperatura suprafeţei nu trebuie să depăşească 190-200 °C. Modificările indicilor fizico-mecanici sunt nesemnificative prin încălzirea convectivă la temperatura de 220-230 °C timp de 10-30 s [15],

Macromoleculele de celuloză, datorită barierei energetice ridicate de rotire a unităţilor structurale ciclice în jurul legăturii 1,4 β-glucozidice nu manifestă termoplasticitatea. La temperaturi de 180-200 °C şi durate scurte de încălzire, bumbacul nu-şi modifică proprietăţile. La temperaturi mai mari are loc destrucţia. De exemplu, după 30 s de tratare a ţesăturii albite la temperatura de 220 °C gradul mediu de polimerizare scade cu 6-12 % [16]. Concomitent, alungirea şi rezistenţa la rupere scad cu 4-10 %, capilaritatea se diminuează cu 5 % şi cristalinitatea creşte cu 7 %. Lipsa plastifierii fibrelor celulozice sub acţiunea surselor termice şi nemodificarea capacităţii de sorbţie, presupun utilizarea de compuşi organici care, în lipsa umidităţii, la temperatură ridicată, formează topituri care vor substitui apa.

În cazul vopsirii fibrelor celulozice cu coloranţi direcţi prin procedeul pad-steam, fixarea maximă se atinge în 6-7 minute. Dacă temperatura soluţiei de impregnare se ridică la 120-140 °C, durata de fixare prin aburire scade la 15-45 s, ca urmare a creşterii vitezei de difuzie a colorantului (tab. 7.9).

Tabelul 7.9. *Influenţa temperaturii asupra sorbţiei de colorant Albastru direct de către bumbac.*

Temperatura flotei, °C	$D \cdot 10^9$ cm^2/s	$t_{1/2}$ s	c_f g/kg	Compoziţia flotei		
				colorant	electrolit	intensificato
100*	0,79	360	5,49	8	8	10
130**	3,87	60	5,4	1,03	5	10
			5,5	0,85	10	10

* - Procedeul pad-steam (durata de aburire 60 s)
** - Vopsirea soluţia apoasă la temperatura de 130 °C, timp de 30 s
*** - În calitate de intensificator s-a utilizat trietanolamina.

Conform datelor prezentate, prin vopsirea la temperatura de 130 °C, timp de 30 s, concentraţia colorantului poate fi micşorată de 8-10 ori, nemodificându-se intensitatea vopsirii, comparativ cu cea obţinută prin procedeul clasic [17].

Deoarece temperatura de tranziţie de ordinul II pentru majoritatea fibrelor sintetice în mediu apos oscilează în domeniul 60-90 °C, vopsirea este avantajoasă la temperaturi mai mari de 100 °C. În aceste condiţii se produce un salt al coeficientului de difuzie. De exemplu, creşterea temperaturii de la 100 °C la 130-170 °C, conduce la creşterea coeficientului de difuzie de 100-300 ori. Modificarea difuziei este legată nu numai de creşterea energiei cinetice a moleculelor de colorant dar şi de trecerea polimerului în starea înalt elastică. Firma Hőchst propune procedeul continuu de impregnare a materialelor textile, sub presiune, la temperatura de 105-145 °C [18]. Materialul textil, 1 (fig. 7.19) înconjoară suprafaţa laterală a unor cilindri perforaţi 3 amplasaţi în rezervorul 5 umplut cu soluţia de vopsire. În rezervor se injectează abur sub presiune, iar soluţia este circulată prin materialul textil cu ajutorul unor pompe.

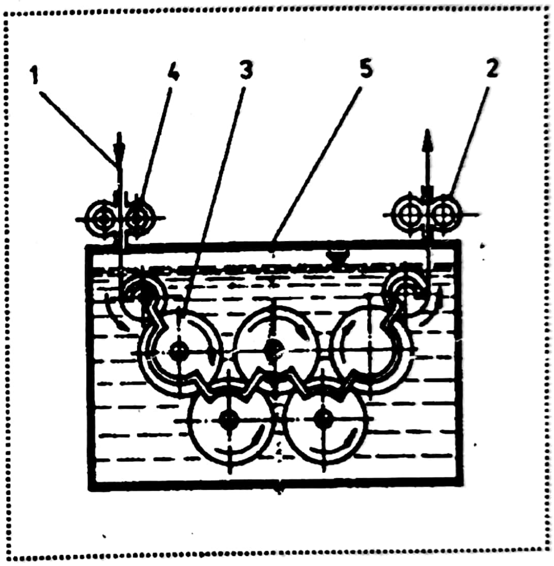


Fig. 7.19. *Fulard de impregnare la temperatură ridicată.*

Deoarece durata de fixare a coloranţilor de dispersie în fibrele sintetice prin folosirea aburului saturat este de 20-45 minute, în ultimul timp înlocuit cu abur supraîncălzit cu temperatura de 140-180 °C, asigurându-se o durată de fixare de 1 minut, (tabel 7.10) [19].

Tabelul 7.10.

Parametri optimi de fixare ai coloranţilor în mediu de abur supraîncălzit

Clasă tehnologică	Fibra	Durata de aburire s	Temperatura °C
Reactivi	Bumbac Vâscoză	30-45 45-60	150 150
Dispersie	Polietilentereftalat Triacetat Acetat	60 60 60	180 180 150
Cationici	Poliacrilonitril	60	150

Din datele referitoare la coeficientul de difuzie al colorantului Roşu de dispersie 2S în polietilentereftalat şi în triacetat se trage concluzia că în abur supraîncălzit fixarea se desfăşoară de 102-103 ori mai repede decât în abur saturat [20].

Acţiunea de plastifiere a moleculelor de apă asupra polimerului creşte de 1,5-2,5 ori. Cele mai mari diferenţe în viteza şi în gradul de fixare se obţin la temperatura de 140 °C (fig. 7.20). Dacă temperatura mediului se apropie de 200 °C, indicii obţinuţi cu ajutorul diferitelor surse de căldură se reduc considerabil.

Tabelul 7.11. *Influenţa temperaturii şi a mediului de fixare asupra difuziei colorantului Roşu de dispersie 2S, $D \cdot 10^9$ cm^2/s.*

Polimerul	Mediul de fixare, °C						
	Abur saturat	Abur supraîncălzit			Aer cald		
	100	160	180	200	160	180	200
Triacetat	0,05	6,7	8,3	12,3	4,2	6,1	7,0
Polietilentereftalat	0,001	0,99	1,5	2,7	0,8	1,4	2,5

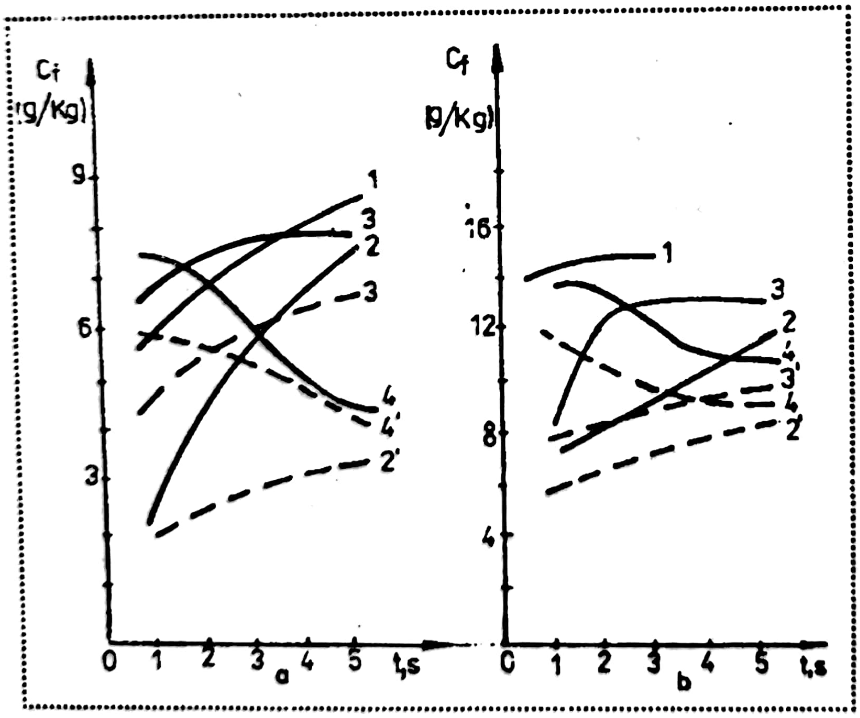


Fig. 7.20. Curbe cine de fixare pentru colorantu Roşu de dispersie 2S în polietilentereftalat (a) şi în triacetat (b).

1 - amestec azeotrop furfurol-apă;

2, 3, 4 - abur supraîncălzit la temperatura de 140, 160 şi respectiv 200 °C;

2', 3', 4'- aer cald la temperatura de 140, 160 şi respectiv 200 °C.

De remarcat că sub raportul conservării proprietăţilor fizico-mecanice ale materialelor textile, procedeele de fixare la temperatură coborâtă sunt mai avantajoase.

Din datele referitoare la coeficientul de difuzie al colorantului Roşu de dispe 2S în polietilentereftalat şi în triacetat se trage concluzia că în abur supraîncălzit fi se desfăşoară de 102-103 ori mai repede decât în abur saturat [20].

Acţiunea de plastifiere a moleculelor de apă asupra polimerului creşte de 1 ori. Cele mai mari diferenţe în viteza şi în gradul de fixare se obţin la temperat 140 °C (fig. 7.20). Dacă temperatura mediului se apropie de 200 °C, indicii obţi ajutorul diferitelor surse de căldură se reduc considerabil.

Tabelul 7.11. *Influenţa temperaturii şi a mediului de fixare asupra difuziei colorantului Roşu de dispersie 2S, $D \cdot 10^9$ cm²/s.*

Polimerul	Mediul de fixare, °C						
	Abur saturat	Abur supraîncălzit			Aer cald		
	100	160	180	200	160	180	200
Triacetat	0,05	6,7	8,3	12,3	4,2	6,1	7,0
Polietilentereftalat	0,001	0,99	1,5	2,7	0,8	1,4	2,5

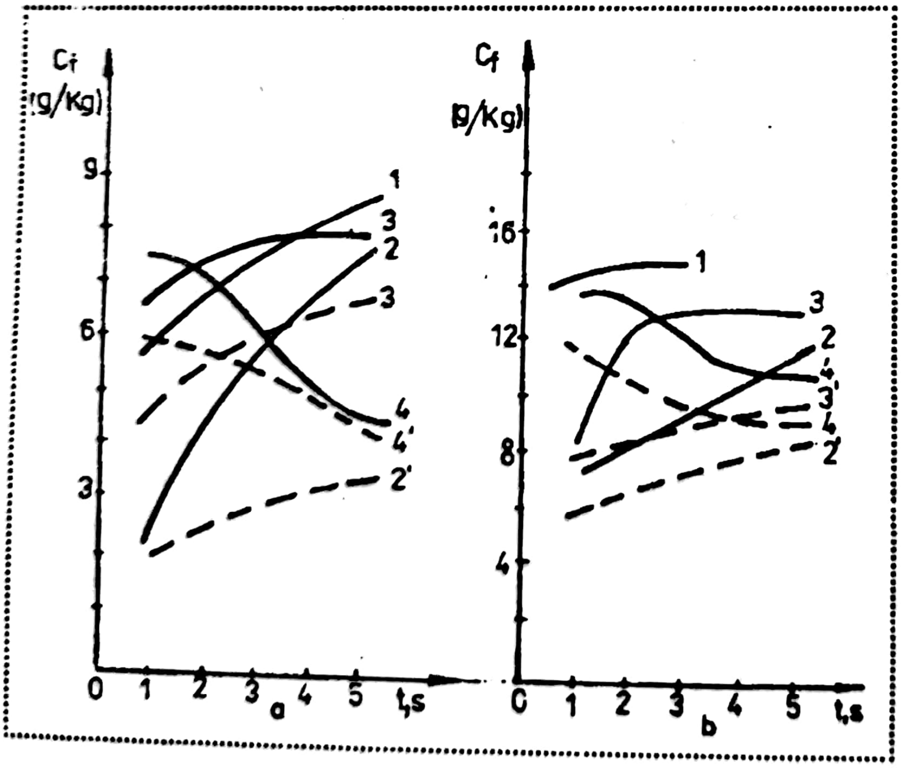


Fig. 7.20. Curbe cinetice de fixare pentru colorantul Roşu de dispersie 2S în polietilentereftalat (a) şi în triacetat (b).
1 - amestec azeotrop furfurol-apă;
2, 3, 4 - abur supraîncălzit la temperatura de 140, 160 şi respectiv 200 °C;
2', 3', 4'- aer cald la temperatura de 140, 160 şi respectiv 200 °C.

De remarcat că sub raportul conservării proprietăţilor fizico-mecanice ale materialelor textile, procedeele de fixare la temperatură coborâtă sunt mai avantajoase.

La temperaturi coborâte de fixare nu se înrăutăţeşte tuşeul ţesăturii, colorantul nu sublimează şi nuanţa vopsirii nu se modifică ca urmare termodestrucţiei cromoforului.

În cazul fibrelor poliacrilonitrilice, transferul de colorant se poate intensifica prin folosirea concomitentă a activatorilor de sorbţie (azotat de bariu, azotat de aluminiu, rezorcină, propilencarbonat, uree, etilenglicol) şi a mediilor de fixare (abur saturat, abur supraîncălzit, aer cald). Pentru diferite variante de fixare (fig.7. 21) a ţesăturii poliacrilonitrilice impregnată cu (g/l): colorant cationic 3-7, azotat de bariu 3-7, propilencarbonat 25, pH = 4,5, s-au pus în evidenţă următoarele [21]:

- în cazul fixării cu aer cald se păstrează corelaţia temperatură (°C) - durată (min.): 100-50, 120-25, 130-15, 150-11. La temperaturi mai mari de 130 °C colorantul cationic se distruge termic şi fibra se îngălbeneşte.
- aburul supraîncălzit constituie pentru poliacrilonitril un mediu de fixare propice, asigurându-se o concentraţie maximă de colorant fixat într-un timp scurt şi rezultă vopsiri uniforme şi rezistente la diferite tratamente.

Îmbunătăţirea rezistenţelor vopsirilor în cazul fixării cu abur supraîncălzit se explică prin creşterea numărului de molecule de colorant fixate prin legături electrovalente (fig. 7.21.b), pe când în alte medii predomină legăturile fizice.

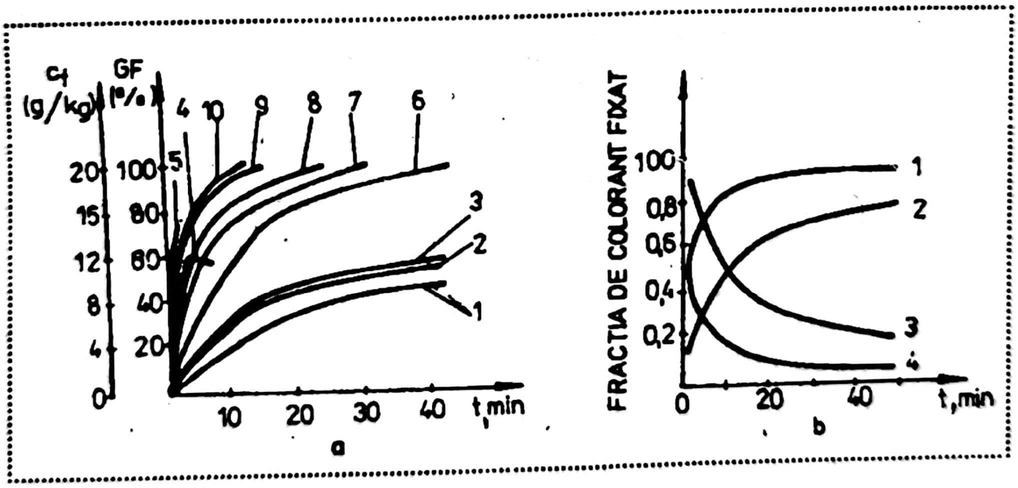


Fig. 7.21. Curbe cinetice de fixare.

a. Influenţa mediului de fixare. 1-5 aer cald cu temperatura de 120, 130, 150, 180 şi respectiv 200 °C; 6 abur saturat cu temperatura de 110 °C; 7-10 abur supraîncălzit cu temperatura de 110, 120, 130 şi respectiv, 150 °C. b. Fracţia de colorant fixat prin: 1,2-legătură ionică, 3,4-forţa fizice în medii de abur saturat (2,3) şi în mediu de abur supraîncălzit (1,4).

Modificarea în timp a cantităţii de colorant fixată prin legături ionice se explică prin afânarea structurii polimerului şi implicit, prin creşterea numărului de grupe anionice accesibile. După fixare, structura fibrei revine la starea iniţială, astfel că indicii de rezistenţă rămân la acelaşi nivel. Gradul de alb al ţesăturii depinde de mediul utilizat pentru fixare, tab. 7.12.

Tabelul 7.12. *Modificarea gradului de alb al fibrelor poliacrilonitrilice în diferite condiţii de fixare*

Mediul de fixare	Condiţii de fixare		Scăderea gradului de alb %
	Temperatura °C	Durata min	
Abur saturat	100	50	4,0
Abur supraîncălzit	120	25	4,2
	130	15	5,3
	150	11	8,3
Aer cald	120	25	5,7
	130	15	6,2
	150	11	9,8
	180	1,0	8,3
	200	0,5	6,4

În tratamentele de neşifonabilizare a fibrelor celulozice o cale de intensificare este încălzirea prin conductibilitate a materialului textil [22]. Prin urmare se activează transferul de precondensat în grosimea foii de ţesătură şi randamentul de uscare creşte. În acest scop se utilizează doi cilindri metalici încălziţi cu abur, asigurându-se temperatura suprafeţei de 110-125 °C. Prin presare, gradienţii de temperatură şi presiune au acelaşi sens. Prin utilizarea şocului termic se îmbunătăţesc indicii de neşifonabilizare, scade contracţia şi se poate reduce concentraţia de precondensat cu 20 g/l.

Într-o altă variantă, distribuţia uniformă a precondensatului în secţiunea ţesăturii se asigură prin tratarea cu abur supraîncălzit între fulardare şi uscare. Se propune utilizarea instalaţiilor gazo-hidrodinamice [23]. După depunerea precondensatului pe ţesătură, jeturile de vapori supraîncălziţi sunt dirijate prin duze Mach (fig. 7.22).

Prin utilizarea aburului supraîncălzit se obţin rezultate bune de neşifonabilizare cu DHMEU în prezenţa clorurii de magneziu (fig. 7.23).

Modificarea în timp a cantităţii de colorant fixată prin legături ionice se explică prin afânarea structurii polimerului şi implicit, prin creşterea numărului de grupe anionice accesibile. După fixare, structura fibrei revine la starea iniţială, astfel că indicii de rezistenţă rămân la acelaşi nivel. Gradul de alb al ţesăturii depinde de mediul utilizat pentru fixare, tab. 7.12.

Tabelul 7.12. *Modificarea gradului de alb al fibrelor poliacrilonitrilice în diferite condiţii de fixare*

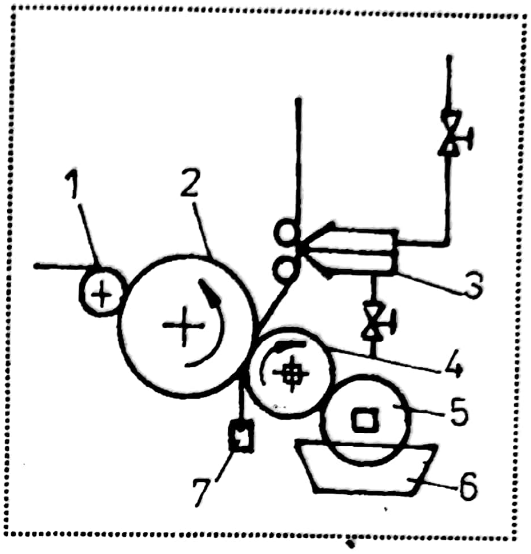
Mediul de fixare	Condiţii de fixare		Scăderea gradului de alb %
	Temperatura °C	Durata min	
Abur saturat	100	50	4,0
Abur supraâncălzit	120	25	4,2
	130	15	5,3
	150	11	8,3
Aer cald	120	25	5,7
	130	15	6,2
	150	11	9,8
	180	1,0	8,3
	200	0,5	6,4

În tratamentele de neşifonabilizare a fibrelor celulozice o cale de intensificare este încălzirea prin conductibilitate a materialului textil [22]. Prin urmare se activează transferul de precondensat în grosimea foii de ţesătură şi randamentul de uscare creşte. În acest scop se utilizează doi cilindri metalici încălziţi cu abur, asigurându-se temperatura suprafeţei de 110-125 °C. Prin presare, gradienţii de temperatură şi presiune au acelaşi sens. Prin utilizarea şocului termic se îmbunătăţesc indicii de neşifonabilizare, scade contracţia şi se poate reduce concentraţia de precondensat cu 20 g/l.

Într-o altă variantă, distribuţia uniformă a precondensatului în secţiunea ţesăturii se asigură prin tratarea cu abur supraîncălzit între fulardare şi uscare. Se propune utilizarea instalaţiilor gazo-hidrodinamice [23]. După depunerea precondensatului pe ţesătură, jeturile de vapori supraîncălziţi sunt dirijate prin duze Mach (fig. 7.22).

Prin utilizarea aburului supraîncălzit se obţin rezultate bune de neşifonabilizare cu DHMEU în prezenţa clorurii de magneziu (fig. 7.23).

Fig. 7.22. *Instalația pentru apretarea țesăturilor prin utilizarea jeturilor de fluid cu viteze supersonice.*
1 - țesătură; 2 - cilindru; 3 - duză; 4, 5 - cilindri; 6 - cada cu apret; 7 - raclu.



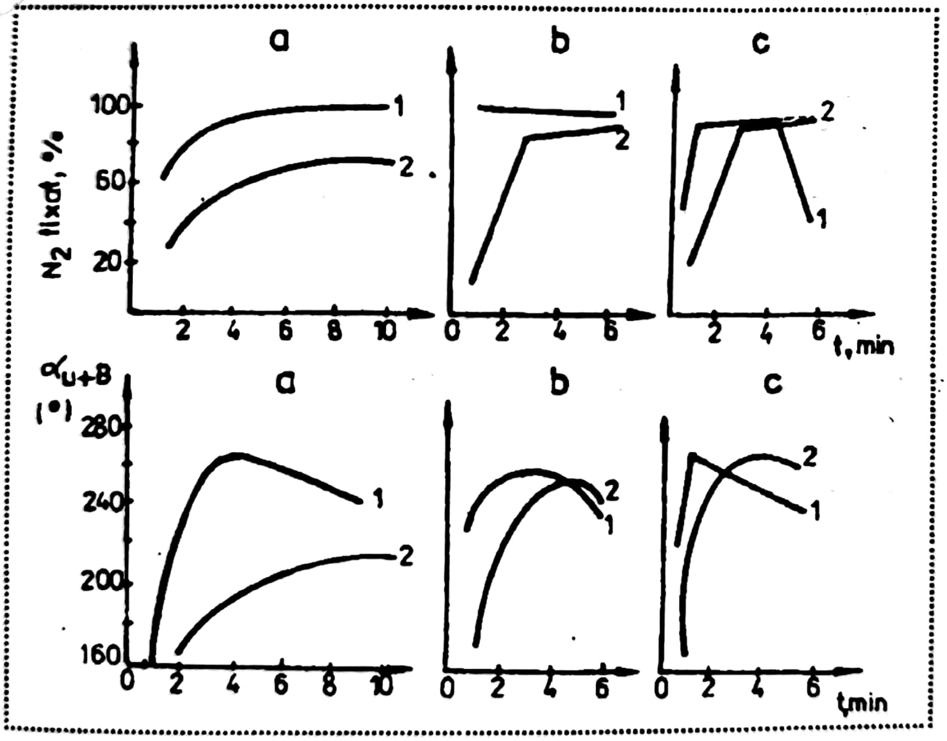


Fig. 7.23. *Cantitatea de azot fixat și unghiul de revenire din șifonare după diferite durate de tratare cu abur supraîncălzit (1) și în mediu de aer cald (2) la temperatura de 120 °C (a), 140 °C (b) și 160 °C (c).*

Pentru realizarea aceluiași efect de neșifonabilizare (unghiul de revenire din șifonare 230 °C) la temperatura de 140 °C sau 160 °C, durata de tratare cu abur supraîncălzit comparativ cu aer cald se reduce cu aproximativ trei ori [26]. Vaporii de apă condensați în capilarele microscopice ale fibrei servesc ca mediu activ pentru reacția dintre grupele reactive ale celulozei și ale precondensatului. În mediu de vapori supraîncălziți crește numărul de molecule în stare activată și se îmbunătățesc indicii de neşifonabilizare comparativ cu cei obţinuţi prin utilizarea aerului cald, când, de fapt, interacţiunea are loc în fază solidă. Efectele de neşifonabilizare obţinute corespund cerinţei „spală şi poartă". Condiţiile optime de utilizare ale catalizatorilor sunt: azotat de zinc 7-10 g/l, temperatura 140 °C, durata 20 s; clorura de amoniu 3 g/l, temperatura 140 °C, durata 20 s; persulfat de amoniu 4 g/l, durata 45-50 s, temperatura 140 °C.

7.3 Utilizarea topiturilor

În procesele termice de vopsire şi imprimare se utilizează ureea cu rol intensificator. Acţiunea pozitivă a ureei se manifestă încă din stadiul de pregătire al compoziţiilor de finisare şi de depunere pe ţesătură. Prin adaos de uree creşte solubilitatea coloranţilor ionogeni şi se dispersează coloranţii insolubili în apă, fig. 7.24.

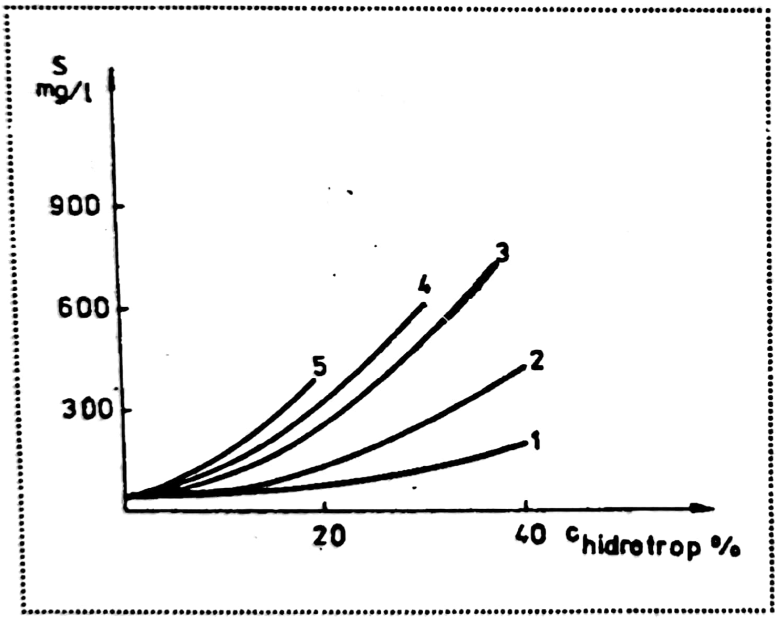


Fig. 7.24. ***Solubilitatea p-aminoazobenzenului în apă în dependenţă de concentraţia substanţei hidrotrope: 1 - uree, 2 - monometiloluree, 3 - uretan, 4 - monoetiluree, 5 - propionamidă [4].***

Ca o consecinţă a acţiunii hidrotrope, în prezenţă de uree, structura apei este distrusă şi prin urmare creşte numărul de molecule active cu rol de plastifiere structurală. Aşa se explică distrugerea legăturilor de hidrogen intermoleculare şi afânarea structurii de suprafaţă a fibrei. Prezenţa ureei în celuloză determină micşorarea temperaturii de vitrifiere, fig. 7.1. La concentraţii de 20-60 %, temperatura de vitrifiere nu se modifică semnificativ ca o consecinţă a plastifierii structurale şi prin urmare ureea interacţionează numai cu macromoleculele de celuloză de pe suprafaţa stratului secundar. Dacă se utilizează soluţii apoase cu 15-30 % uree volumul efectiv al fibrei (bumbac, vâscoză, acetat) creşte cu 7-16 % [27]. Creşte viteza de reacţie a celulozei în timpul uscării. De exemplu dintr-o pastă de imprimare ce conţine 300 g/kg uree, după uscarea la temperatura de 100 °C, timp de 2 minute, cantitatea de colorant reactiv fixată este cu 8-10 % mai mare decât dintr-o pastă fără adaos de uree.

Totuşi, activarea proceselor termice de fixare se bazează pe formarea unei topituri care constituie mediul de difuzie al colorantului în lipsa umidităţii. Conform fig. 7.25., prin utilizarea dimetilformamidei (2), ureei (3), şi acetamidei (4) gradul de fixare al coloranţilor reactivi creşte semnificativ faţă de procedeul clasic (1) [28].

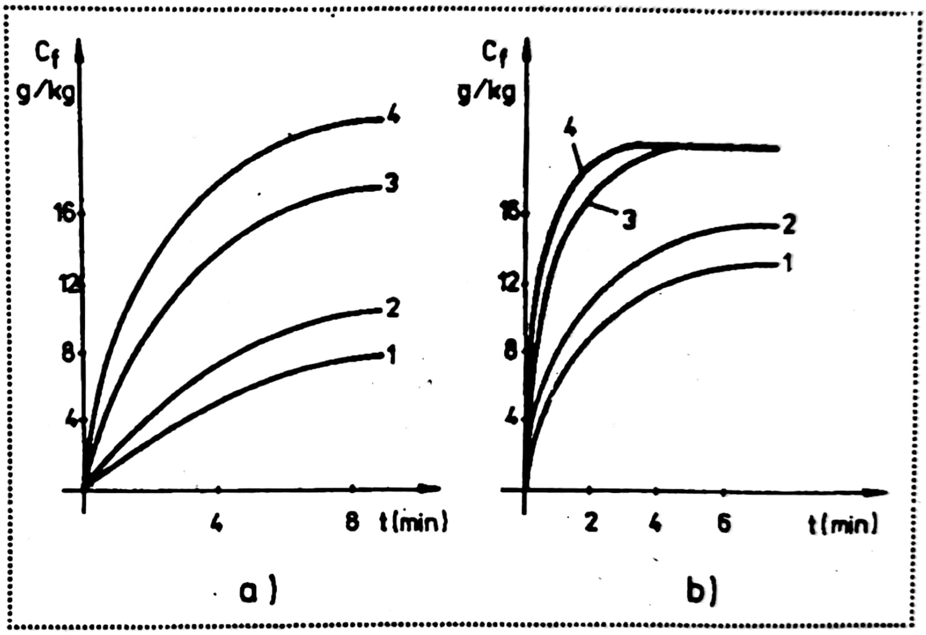


Fig. 7.25. Cinetica fixării colorantului Ostazin oranj intens H_2R în fibre celulozice la 130 °C (a) şi la 150 °C (b).
1 - fără adaos;
2 - 100 g/l DMF;
3 - 100 g/l uree;
4-100 g/l acetamină.

Rezultatele pozitive se explică prin creşterea solubilităţii colorantului. Dimetilformamida la temperatura de 130 °C se evaporă, în timp ce ureea şi acetamida se află sub formă lichidă şi creşte gradul de fixare. Diferenţa între acetamidă şi uree constă în aceea că în prezenţa colorantului prima substanţă se topeşte la o temperatură cu 40-50 °C mai mică decât a doua substanţă. La temperatura de 130 °C, topitura de acetamidă cu o viscozitate mai mică decât cea de uree este un mediu mai eficace pentru interacţiunea colorant fibră. Aşa se explică de ce în prezenţa acetamidei colorantul se fixează mai repede şi într-o cantitate mai mare.

Prin utilizarea topiturilor de uree sau acetamidă, constanta vitezei de reacţie a colorantului cu fibra creşte de 3-6 ori, iar energia de activare scade cu 8-10 kj/mol. Cum însă entropia sistemului are o valoare mult mai negativă faţă de sistemul clasic, se măresc cantitativ grupele hidroxilice libere şi slab implicate în legături de hidrogen capabile să interacţioneze cu colorantul. În lipsa topiturii (dimetilformamida) parametri termodinamici nu se modifică semnificativ faţă de varianta fără adaos.

Asupra rezultatelor tehnologice o influenţă deosebită exercită procesele de termodestrucţie şi sublimare. Datele din fig. 7.26. a, scot în evidenţă faptul că prin tratarea cu aer cald la temperatura de 160 °C, gradul de fixare al colorantului este mare deoarece viteza de descompunere a ureei este mică. Creşterea temperaturii agentului cald conduce la acţiunea negativă a ureei diminuându-se gradul de fixare cu 13-19 %.

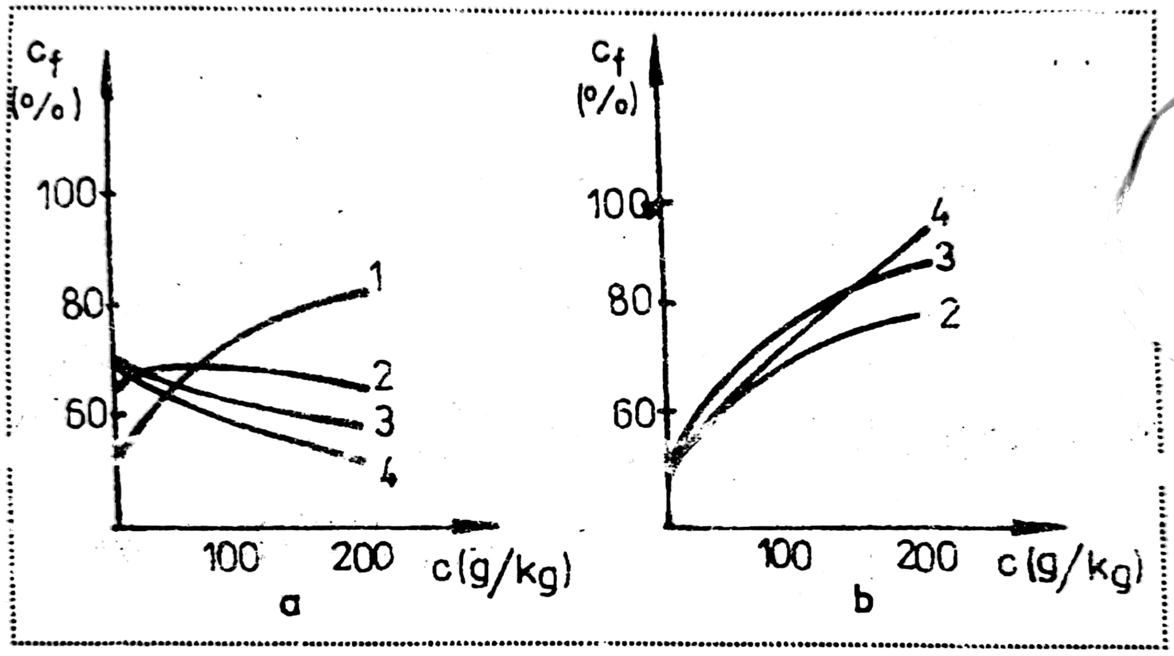


Fig. 7.26. Influenţa ureei şi a condiţiilor de termoficare în sistemele violet reactiv 4K - bumbac (a) şi violet de dispersie 4K - poliester (b).
1 - 160 °C, 90 s; 2 - 200 °C, 60 s; 3 - 240 °C, 15 s; 4 - iradiere IR 16 kW/m^2, 4 s.

În cazul fixării coloranţilor de dispersie în fibra poliesterică, fig. 7.26.b, prin creşterea concentraţiei ureei în pasta de imprimare, gradul de utilizare al colorantului devine din ce în ce mai mare odată cu creşterea temperaturii. Prin folosirea unor surse termice intensive pentru a ridica temperatura ţesăturii la 200 °C în câteva secunde au loc pierderi importante de intensificator. Pentru a se mări durata de existenţă a topiturii se măreşte concentraţia ureei până la 150-200 g/kg ceea ce creează probleme tehnologice şi de calitate.

La temperaturi de termofixare mai mari de 130 °C se pune problema stabilităţii topiturii, utilizîndu-se ureea (p.t. 132 °C), biuretul (p.t. 192 °C), diciandiamida (p.t. 209 °C). Compuşii amidici menţionaţi la temperatură ridicată se descompun cu eliberarea de amoniac [29].

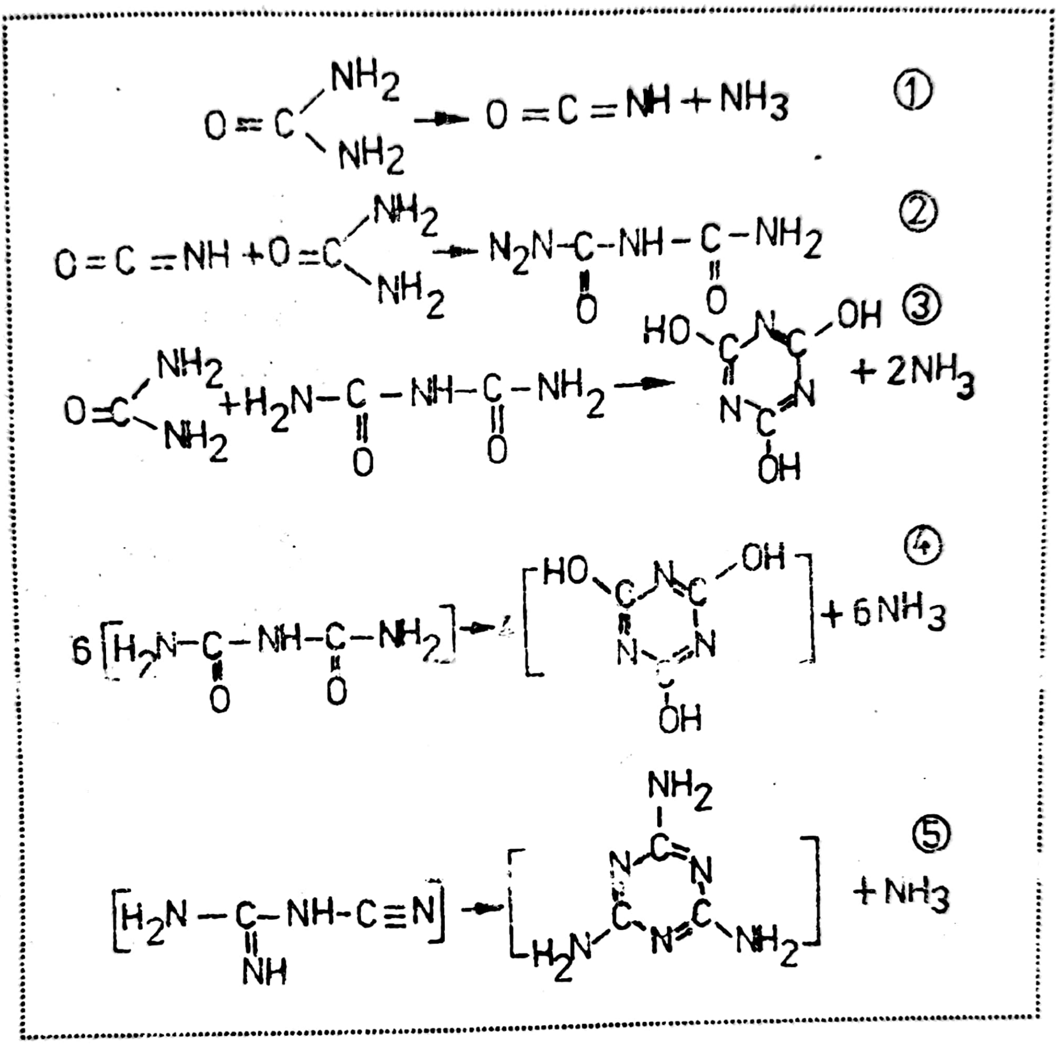


Fig. 7.27. Descompunerea compuşilor amidici la temperatură ridicată

Ureea, în lipsa colorantului, la temperatura de 132,4 °C se descompune după reacţia 1. Acidul rezultat interacţionează cu ureea formându-se biuretul (reacţia 2, fig. 7.27). La rândul său, biuretul interacţionează cu ureea la 170 °C, formându-se acidul cianuric (reacţia 3). Biuretul şi diciandiamida cu punctele de topire 192,4 °C, respectiv 209 °C se descompun cu eliberarea de amoniac (reacţiile 4, 5). Vitezele specifice de descompunere ale compuşilor sunt prezentate în tabelul 7.13.

Tabelul 7.13. Influența temperaturii asupra descompunerii substanțelor amidice [ ]

Temperatura °C	Constanta de descompunere, s^{-1}			
	Uree	Biuretul în prezența ureei	Biuret	Diciandiamida
	$k_1 \cdot 10^3$	$k_2 \cdot 10^3$	$k_3 \cdot 10^6$	$k_4 \cdot 10^5$
200	1,12	0,51	0,60	-
210	1,57	0,83	1,86	-
220	2,2	1,3	2,08	-
230	3,04	1,98	2,38	0,5
240	4,32	2,98	2,75	0,93
250	6,05	4,42	3,27	1,56
260	7,20	5,91	3,72	3,04
270	-	-	4,17	4,46
280	-	-	4,61	6,19

Ureea prezintă stabilitatea cea mai mică. Dacă se consideră că la temperaturi mai mari de 170 °C începe interacțiunea ureei cu biuretul format din descompunerea acesteia, atunci constanta globală k_1 poate fi în două componente k_1 și k_2 cu $k_2=0{,}5\text{-}0{,}7\ k_1$. La aceeași temperatură viteza de descompunere a biuretului este de 10^3 ori mai mică decât a ureei. Diciandiamida se descompune cu o viteză mult mai mare decât biuretul în intervalul de temperatură 230-260 °C. La temperaturi apropiate de cea de topire, destrucția diciandiamidei se desfășoară lent. Topiturile de biuret și diciandiamidă sunt adecvate pentru procedeele de fixare ale coloranților la temperatură ridicată.

Pentru evaluarea cantitativă a duratei și eficacității topiturilor în condițiile reale de tratare termică peste probele impregnate cu soluție de uree, biuret, diciandiamidă în concentrație de 0,2 mol/l, s-a dirijat aer cald la diferite temperaturi (fig. 7.28), și apoi s-au efectuat analizele. S-a dovedit că în timp de 10-20 s de tratare termică, toți compușii se descompun în proporție de 60-80 %.

Comparativ cu topitura de uree, durata de viață a topiturilor de biuret și diciandiamidă este de 30-50 s, asigurându-se creșterea eficacității de 2-4 ori.

În condițiile reale de utilizare, în prezența componentelor de vopsire, temperatura de vopsire scade cu 10-30 °C față de a intensificatorilor puri. În topituri are loc solubilizarea coloranților reactivi, evaluată microscopic și din aspectele de absorbție. Deoarece la temperaturi mai mari de 170 °C se formează produși insolubili care împiedică difuzia coloranților, industrial se utilizează temperaturi de 130-170 °C. Din topitură coloranții de dispersie murdăresc într-o măsură mai mică componenta naturală din amestecuri. Transferul coloranţilor de dispersie are loc din topitură şi sublimarea fiind diminuată, se obţine o utilizare eficientă (tab. 7.14).

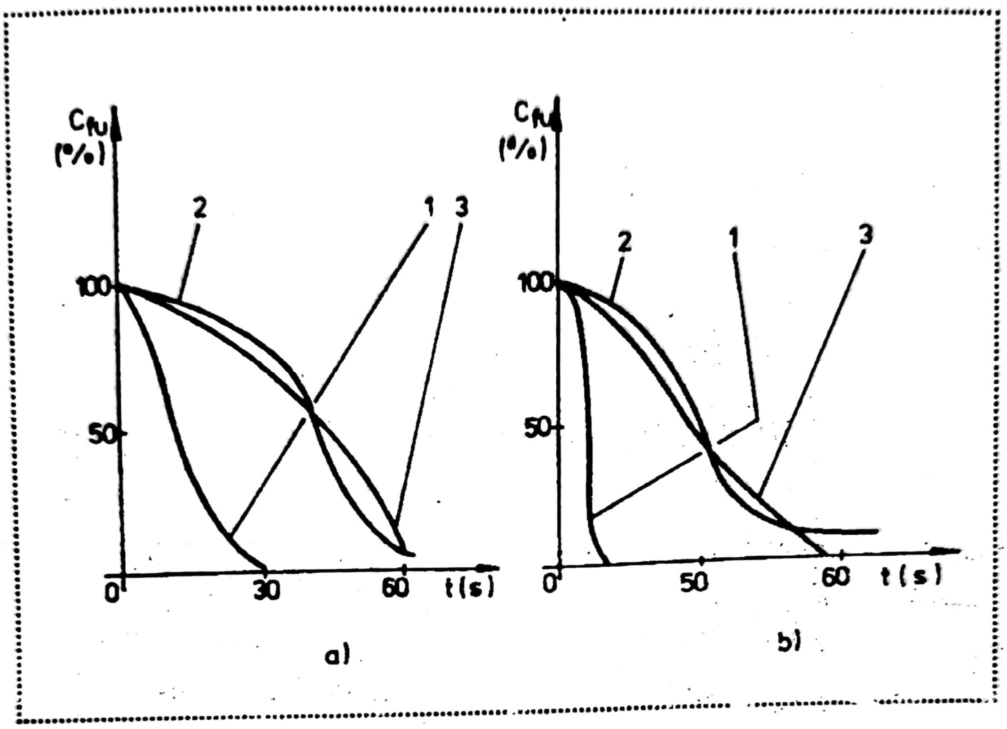


Fig. 7.28. Cinetica de descompunere a topiturilor de uree (1), diciandiamidă (2) şi biuret (3) prin tratarea ţesăturilor impregnate de 220 °C (a) şi 240 °C (b).

Cu toate avantajele menţionate mai sus, prin utilizarea topiturilor cantitatea de colorant reactiv hidrolizat creşte de la 1 % până la 5-23 %, mai ales în topitura de uree (tab. 7.15).

Conform fig. 7.29., prin utilizarea ureei, biuretului şi diciandiamidei în concentraţie de 150 g/kg şi, respectiv, 30 g/kg se întârzie transferul colorantului din pelicula imprimată în interiorul substratului şi se măreşte durata de fixare. Aceasta se explică prin faptul că topitura se formează într-un timp oarecare. Creşterea gradului de fixare are loc numai după ce materialul textil atinge temperatura necesară pentru formarea topiturii ce conţine ca ingredient particulele de colorant (170-200 °C). Viteza de fixare devine semnificativă după 15-20 s de la formarea topiturii. Durata totală pentru fixarea colorantului este de 25-30 s. Datorită termostabilităţii înalte a topiturii pe bază de diciandiamidă sau pe bază de biuret se elimină pierderile de colorant şi se măreşte durata de viaţă a topiturii. Durata de încălzire nu influenţează negativ asupra proprietăţilor de utilizare ale ţesăturilor, în schimb se pune problema alegerii sursei termice pentru a se asigura un randament maxim de fixare (tab. 7.16) [30].

Tabelul 7.14. ***Influenţa intensificatorilor şi a condiţiilor de fixare asupra gradului de fixare (%) în imprimarea ţesăturilor din bumbac-poliester.***

Intensificatorul	Condiţii		Gradul de fixare, %		
	T °C	t s	Violet de dispersie K în:		Violet reactiv K în Bbc
			PET	Bbc	
-	160	90	32,1	1,5	50,2
Uree	160	90	54,7	12,5	80,5
-	200	60	63,7	1,7	52,7
Uree	200	60	82,3	8,4	57,8
Biuret	200	60	79,4	5,2	73,6
Diciandiamida	200	60	76,2	4,8	64,2
-	240	15	59,4	2,0	50,6
Uree	240	15	82,6	6,5	48,5
Biuret	240	15	92,5	3,4	81,3
Diciandiamida	240	15	92,9	2,9	70,6

Tabelul 7.15. ***Influenţa intensificatorilor asupra formei coloranţil în procesul de termofixare cu aer cald la temperatura de 220 °C, ti***

Intensificatorul	Concentraţia g/kg	Conţinutul de colorant, %					
		Roşu reactiv 5 CX			Violet reactiv 4K		
		F*	A**	H***	F	A	H
-	-	70,8	18,4	10,8	13,1	28	8,9
Uree	150	58,6	7,8	33,6	56,2	12,1	31,7
Diciandiamida	30	66,4	10,7	21,9	62,4	19,8	18,8
Biuret	30	81,4	4,2	14,8	73,5	13,4	13,1
Colorant iniţial	-	-	90,2	9,8	-	91,7	8,3

* F - fixat covalent; ** A - sorbit fizic, nehidrolizat; *** H - sorbit fizic, hidrolizat.

Din datele prezentate rezultă că pentru durata minimă de formare a topiturii şi pentru asigurarea unui grad de fixare corespunzător se utilizează încălzirea prin conductibilitate şi prin iradiere. Ureea se recomandă pentru ţesăturile de bumbac la temperatura aerului de 180-200 °C, iar diciandiamida şi biuretul sunt compatibili cu amestecul bumbac-poliester şi cu surse energetice de încălzire. Condiţiile optime sunt:

Tabelul 7.14. *Influenţa intensificatorilor şi a condiţiilo*
asupra gradului de fixare (%) în imprimarea ţesăturilor din bumbac

Intensificatorul	Condiţii		Gradul de fixare, %		
	T °C	t s	Violet de dispersie K în:		Violet reactiv K în Bbc
			PET	Bbc	
-	160	90	32,1	1,5	50,2
Uree	160	90	54,7	12,5	80,5
-	200	60	63,7	1,7	52,7
Uree	200	60	82,3	8,4	57,8
Biuret	200	60	79,4	5,2	73,6
Diciandiamida	200	60	76,2	4,8	64,2
-	240	15	59,4	2,0	50,6
Uree	240	15	82,6	6,5	48,5
Biuret	240	15	92,5	3,4	81,3
Diciandiamida	240	15	92,9	2,9	70,6

Tabelul 7.15. *Influenţa intensificatorilor asupra formei coloranţilor reactivi în procesul de termofixare cu aer cald la temperatura de 220 °C, timp de 30 s.*

Intensificatorul	Concentraţia g/kg	Conţinutul de colorant, %					
		Roşu reactiv 5 CX			Violet reactiv 4K		
		F*	A**	H***	F	A	H
-	-	70,8	18,4	10,8	13,1	28	8,9
Uree	150	58,6	7,8	33,6	56,2	12,1	31,7
Diciandiamida	30	66,4	10,7	21,9	62,4	19,8	18,8
Biuret	30	81,4	4,2	14,8	73,5	13,4	13,1
Colorant iniţial	-	-	90,2	9,8	-	91,7	8,3

* F - fixat covalent; ** A - sorbit fizic, nehidrolizat; *** H - sorbit fizic, hidrolizat.

Din datele prezentate rezultă că pentru durata minimă de formare a topiturii şi pentru asigurarea unui grad de fixare corespunzător se utilizează încălzirea prin conductibilitate şi prin iradiere. Ureea se recomandă pentru ţesăturile de bumbac la temperatura aerului de 180-200 °C, iar diciandiamida şi biuretul sunt compatibili cu amestecul bumbac-poliester şi cu surse energetice de încălzire. Condiţiile optime sunt:

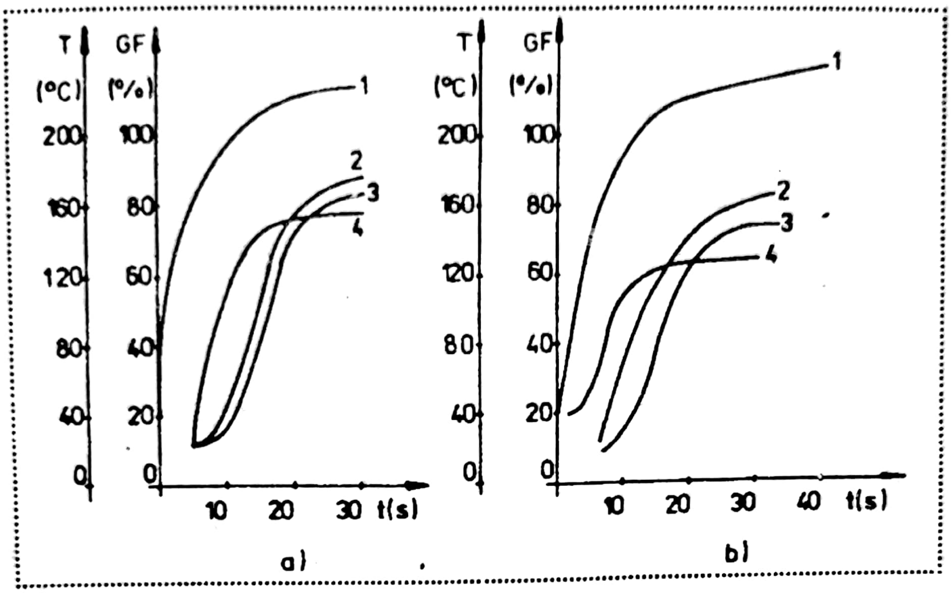


Fig. 7.29. Cinetica de fixare a colorantului de dispersie în PET (a) şi a colorantului reactiv în bumbac (b). 1 - temperatura; 2 - biuret; 3 - diciandiamida; 4 - ureea.

Tabelul 7.16. Corelaţiile temperatură-timp-natura topiturii-sursa termică

Sursa termică	Ţesătura	Temperatura, °C		Durata, s	
		Uree	Biuret sau diciandiamida	Uree	Biuret sau diciandiamida
Aer cald	Bumbac	170-180	-	60-90	-
	Bumbac-poliester	180-200	220-240	60-120	25-30
	Poliester	210-240	220-240	15-30	25-30
Aer supraîncălzit	Bumbac	150-160	-	60-180	-
	Bumbac-poliester	170-190	-	60-300	-
	Poliester	170-190	-	60-300	-
Conductibilitate pe o suprafaţă	Bumbac	130-170	-	30-60	-
	Bumbac-poliester	170-200	190-210	15-30	10-15
	Poliester	170-200	190-210	15-30	10-15
Conductibilitate pe ambele feţe	Poliester	190-210	200-210	1-5	2-3
	Bumbac-poliester	-	200-210	-	2-3
Radiaţii IR*	Bumbac	8-14	-	5-12	-
	Bumbac-poliester	8-14	12-18	5-12	3-10
	Poliester	12-18	12-18	3-10	3-10

* Pentru radiaţii infraroşii, în locul temperaturii se indică intensitatea de iradiere, kw/m^2.

- convecție: temperatura 220-240 °C, durata 25-30 s, coeficientul global de transfer de căldură 40-90 $W/m^2 \cdot K$.
- conductibilitate: temperatura 200-210 °C, durata 2-3 s;
- radiație: intensitatea de iradiere 12-18 kw/m^2, durata 3-5 s.

În cazul vopsirii poliesterului cu coloranți de dispersie se pot utiliza cu succes biuretul și diciandiamida. Astfel, se mărește gradul de fixare al colorantului de dispersie cu 2-8 %, se reduce de cinci ori consumul intensificator și se diminuează degaj produselor de descompunere sau sublimare.

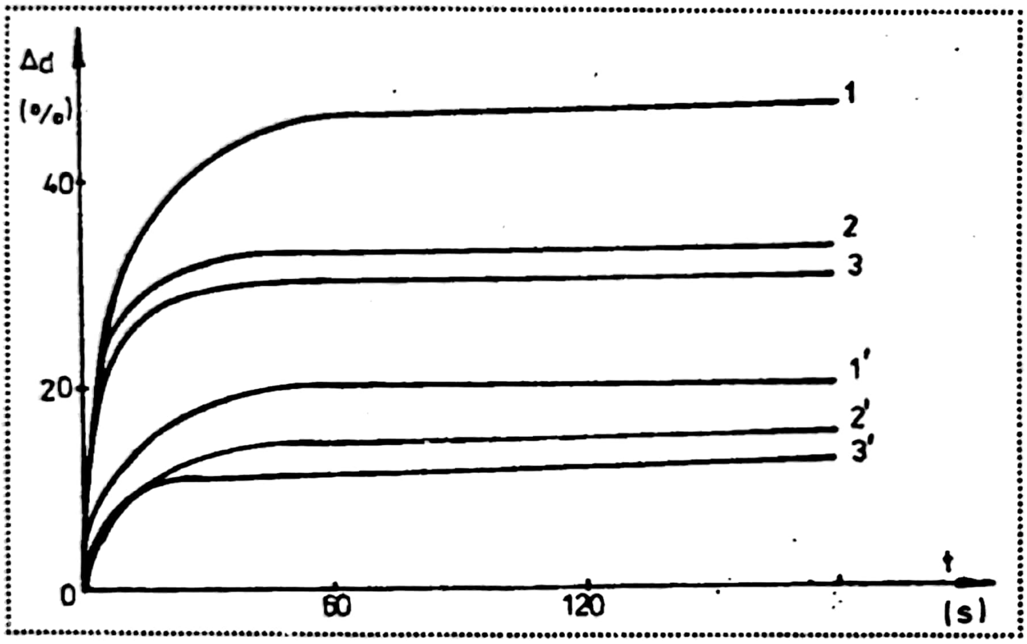


Fig. 7.30. Modificarea diametrului inițial (Δd) al fibrelor de bumbac nemercerizate (1, 2') și mercerizate (2, 2') și al filamentelor de vâscoză (3, 3') după tratarea în topitură (1, 2, 3) și după spălare (1', 2', 3').

Deoarece ureea la fixare în aer cald acționează în stare topită asupra celulozei s-au evidențiat modificări ale proprietăților fizice, (tab. 7.17) și ale dimensiunilor geometrice (fig. 7.30).

Tabelul 7.17. *Indicii fizici ai țesăturii netratate (1) și tratate în topitură de uree (2).*

Indicele	Bumbac				Vâscoză	
	nemercerizat		mercerizat			
	1	2	1	2	1	2
Densitatea, g/cm^3	1,5583	1,5495	1,5337	1,5250	1,5128	1,5101
Unghiul de orientare, grd	30,2	33,9	33,8	34,4	18,4	18,8

- convecţie: temperatura 220-240 °C, durata 25-30 s, coeficientul global de transfer de căldură 40-90 W/m^2 • K.
- conductibilitate: temperatura 200-210 °C, durata 2-3 s;
- radiaţie: intensitatea de iradiere 12-18 kw/m^2, durata 3-5 s.

În cazul vopsirii poliesterului cu coloranţi de dispersie se pot utiliza cu succes biuretul şi diciandiamida. Astfel, se măreşte gradul de fixare al colorantului de dispersie cu 2-8 %, se reduce de cinci ori consumul intensificator şi se diminuează degajarea produselor de descompunere sau sublimare.

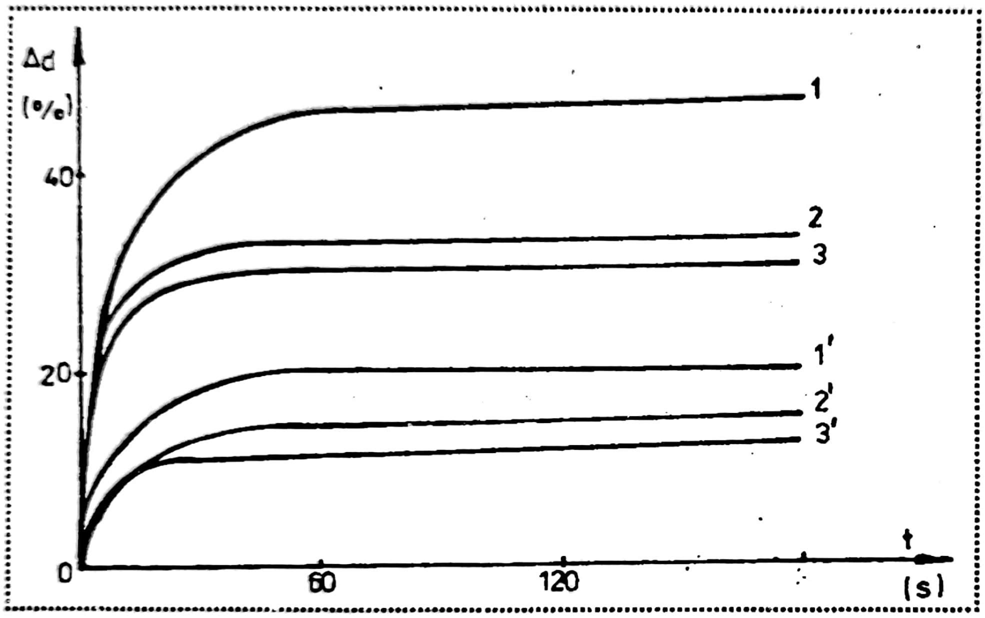


Fig. 7.30. M
diametrului ini
al fibrelor de bumbac nemercerizate (1, 2') şi mercerizate (2, 2') şi al filamentelor de vâscoză (3, 3') după tratarea în topitură (1, 2, 3) şi după spălare (1', 2', 3').

Deoarece ureea la fixare în aer cald acţionează în stare topită asupra celulozei s-au evidenţiat modificări ale proprietăţilor fizice, (tab. 7.17) şi ale dimensiunilor geometrice (fig. 7.30).

Tabelul 7.17. *Indicii fizici ai ţesăturii netratate (1) şi tratate în topitură de uree (2).*

Indicele	Bumbac				Vâscoză	
	nemercerizat		mercerizat			
	1	2	1	2	1	2
Densitatea, g/cm^3	1,5583	1,5495	1,5337	1,5250	1,5128	1,5101
Unghiul de orientare, grd	30,2	33,9	33,8	34,4	18,4	18,8

Asupra polietilentereftalatului, biuretul şi diciandiamida au o acţiune de plastifiere mai mare decât ureea (tab. 7.18).

Tabelul 7.18. ***Modificarea temperaturii de tranziţie de ordinul II a polietilentereftalatului în prezenţa topiturilor.***

Topitura	$\Delta T = T_{vt} - T_v$	
	0,2 mol/l	în condiţii uzuale
Uree	6	33 (150 g/l)
et	14	29 (30 g/l)
ndiamida	17	33 (30 g/l)

În prezenţa topiturii se diminuează cristalizarea polietilentereftalatului şi, astfel, se previne modificarea indicilor fizico-mecanici. În stadiul de fixare termică datorită formării topiturii se distrug legăturile labile mediu de aplicare (apă, aglutinant)-colorant şi procesul tinctorial este favorizat. Topitura pătrunde în spaţiile dintre fibre, în pori şi în microfisuri, ca mediu de transport, asigurîndu-se un contact intim între colorant şi polimer. Numai dacă topitura este stabilă în timp şi la temperatură ridicată, atunci în mediul extern se formează o microflotă care înglobează colorantul. Pentru vopsirea şi imprimarea materialelor textile se recomandă utilizarea topiturilor formate din uree, etilenuree, parafine, ceruri, amine alifatice, alcooli, produse polietoxilate [31-33]. De exemplu, în procedeele continue de vopsire cu coloranţi reactivi, după impregnarea cu soluţia care mai conţine electrolit neutru şi substanţa de pH şi uscare este suficientă o durată de fixare de 5-15 s într-o topitură de uree. Acelaşi grad de fixare al colorantului reactiv se atinge în timp de 9 minute prin aburire sau în timp de 3 minute prin fixare convectivă. Deoarece ureea, aşa după cum s-a menţionat, se descompune şi sublimează la temperaturi coborâte, s-a propus varianta tehnologică: fulardare sau imprimare, uscare, fixarea prin contact direct într-o topitură de biuret cu temperatura de 195-200 °C, timp de 1-3 s, spălare cu apă caldă, uscare. Astfel se pot utiliza diferite compoziţii fibroase şi diferite clase tehnologice de coloranţi [34]. În cazul sistemului tinctorial fibre celulozice-coloranţi reactivi s-au evaluat gradul de fixare (GF), gradul de distrucţie al cromoforului (GD) şi gradul de rupere a legăturii colorant-fibră (GR) prin fulardarea cu 100 g/l uree şi 25 g/l carbonat de sodiu şi fixarea termică cu aer cald la temperatura de 200 °C (1), 220 °C (2), 240 °C (3), 260 °C (4) şi 280 °C (5) (fig. 7.31) [35].

Prin considerarea cineticilor de ordinul I în cele trei cazuri, s-au calculat constantele vitezelor de reacţie şi energia de activare (tab. 7.19).

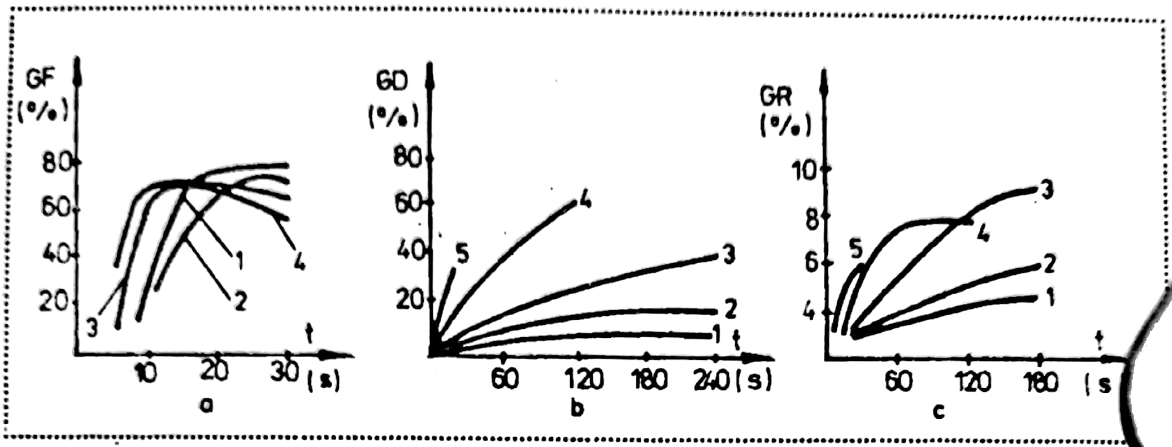


Fig. 7.31. Curbe cinetice de fixare (a), de destrucţie a cromoforului (b) şi de rupere a legăturii colorant fibră (c).

Tabelul 7.19. *Mărimi cinetice pentru vopsirea celulozei cu colorantul monoclortriazinic Roşu reactiv 6C*

Procesul	Constanta vitezei procesului ($k \cdot 10^{-3}\ s^{-1}$) la temperatura, °C					E_a* kj/mol
	200	220	240	260	280	
Formarea legăturii colorant-celuloză, k_F	186	220	394	575	-	49,44
Ruperea legăturii colorant-fibră, k_R	0,13	0,26	0,56	1,01	2,26	89,87
Destrucţia cromoformului, k_D	0,18	0,32	3,81	9,11	25,0	118,2

* E_a - energia de activare.

Pentru a se evalua influenţa temperaturii asupra desfăşurării proceselor simultane din material s-au determinat rapoartele k_F/k_R, k_F/k_D şi k_D/k_R (tab. 7.20).

Tabelul 7.20. *Rapoartele constantelor de viteză*

Temperatura, °C	k_F/k_R	k_F/k_D	k_D/k_R
200	1430	580	2,46
220	977	215	4,54
240	704	103	6,80
260	570	63	9,02
280	-	-	11,10

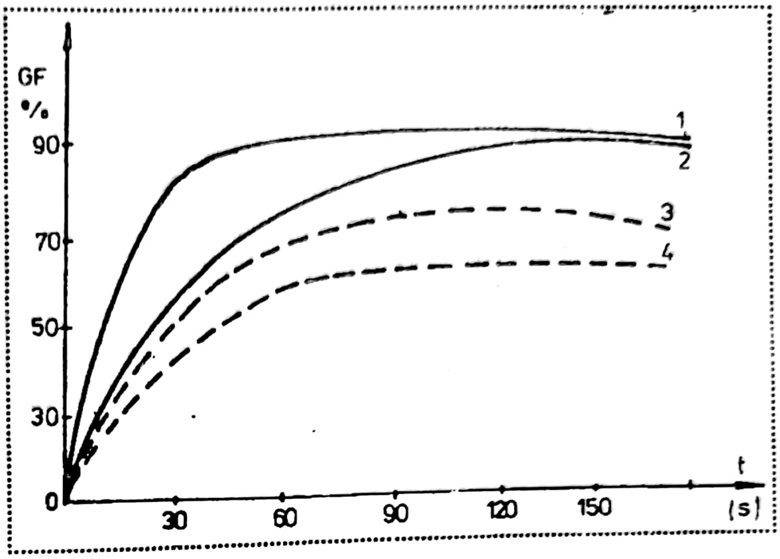


Fig. 7.32. Curbe cinetice de fixare ale colorantului Roşu reactiv H_3B în bumbac mercerizat (1, 3) şi nemercerizat (2, 4), netratat (3, 4) şi tratat preliminar cu uree timp de 0,5-1 minut (1, 2).

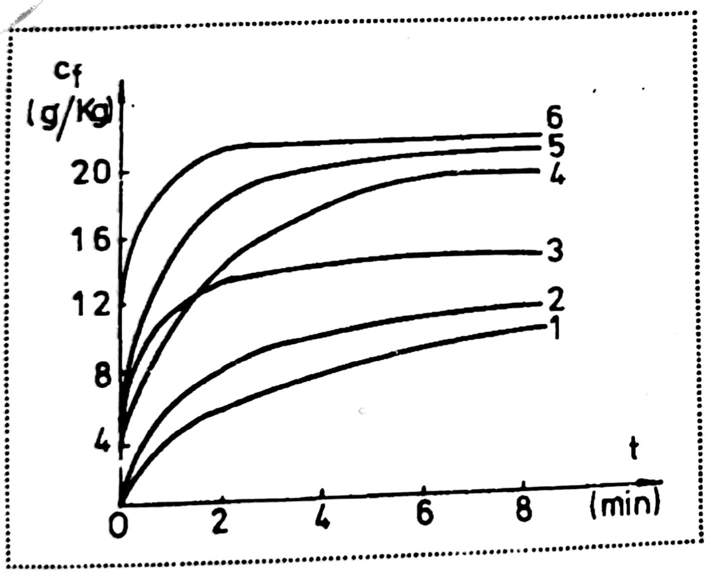


Fig. 7.33. Curbe cinetice de fixare ale colorantului Ostazin oranj H_2R în lipsa ureei (1-3) şi în prezenţa ureei (4-6) la temperatura de 130 °C (1, 4), 150 °C (2, 5) şi 170 °C (3, 6). Concentraţia ureei 100 g/l.

Conform datelor prezentate, prin creşterea temperaturii se modifică constantele de reacţie. Viteza reacţiei de fixare este cu 2-3 ordine de mărime mai mare decât vitezele celorlalte procese. Cu creşterea temperaturii, rapoartele k_F/k_R şi k_F/k_D scad, în schimb raportul k_D/k_R creşte, ceea ce semnifică amplificarea destrucţiei cromoforului de la 2,46 ori la 11,10 ori, ca urmare a desfăşurării mecanismelor termooxidative [36]. Totuşi în procesele tradiţionale de vopsire, pe scară largă, se foloseşte ureea. Prin tratarea prealabilă a materialului textil cu o topitură de uree, durata necesară de fixare a coloranţilor reactivi se reduce considerabil (fig. 7.32; 7.33).

7.4. Acţiunea intensificatorilor şi catalizatorilor

Pentru accelerarea vopsirii fibrelor hidrofobe în mediul de aplicare se adaugă compuşi organici denumiţi intensificatori. Se pot utiliza produşi halogenaţi, hidroxilici, acizi, esteri, eteri, cetone - din seria aromatică şi câţiva produşi din seria alifatică.

Principala funcţie a intensificatorului este aceea de plastifiere a fibrei şi, implicit, scăderea temperaturii de vitrifiere. Diminuarea temperaturii de vitrifiere depinde de eficacitatea şi concentraţia intensificatorului. În cazul compuşilor aromatici pa baz benzen, scăderea temperaturii de vitrifiere nu depinde de structura chimică (fig. şi este dată de relaţia:

$$\Delta T_v = N \cdot m$$

în care: ΔT_v - scăderea temperaturii de vitrifiere; m - fracţia molară a intensificatorului în fibră; N - coeficient.

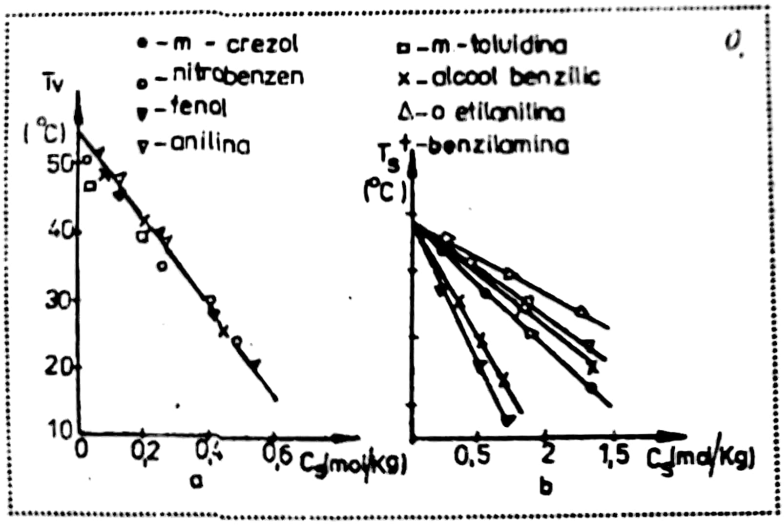


Fig. 7.34. Influenţa concentraţiei intensificatorului asupra temperaturii de vitrifiere a polietilentereftalatului (a) şi a poliacrilonitrilului (b).

Conform datelor din tab. 7.21., dependenţa liniară nu este respectată în toate cazurile pentru compuşii din aceeaşi grupă, ca urmare a diferenţelor în capacitatea de interacţiune cu polimerul. Coeficientul N prezintă valori diferite [37]. Prin introducerea intensificatorului scade temperatura la care se constată o creştere în salt a acumulării de colorant în fibră (fig. 7.35). Aceiaşi intensificatori care în concentraţie echimoleculară scad temperatura de vitrifiere a polietilentereftalatului în aceeaşi valoare, în cazul plastifierii fibrelor poliacrilonitrilice se obţin drepte cu pante diferite. Comportarea diferită a intensificatorilor este corelată cu aportul interacţiunilor polare (δ_p) şi nepolare

7.4. Acţiunea intensificatorilor şi catalizatorilor

Pentru accelerarea vopsirii fibrelor hidrofobe în mediul de aplicare se adaugă compuşi organici denumiţi intensificatori. Se pot utiliza produşi halogenaţi, hidroxilici, acizi, esteri, eteri, cetone - din seria aromatică şi câţiva produşi din seria alifatică.

Principala funcţie a intensificatorului este aceea de plastifiere a fibrei şi, implicit, scăderea temperaturii de vitrifiere. Diminuarea temperaturii de vitrifiere depinde de eficacitatea şi concentraţia intensificatorului. În cazul compuşilor aromatici pa bază de benzen, scăderea temperaturii de vitrifiere nu depinde de structura chimică (fig. 7.34), şi este dată de relaţia:

$$\Delta T_v = N \cdot m$$

în care: ΔT_v - scăderea temperaturii de vitrifiere; m - fracţia molară a intensificatorului în fibră; N - coeficient.

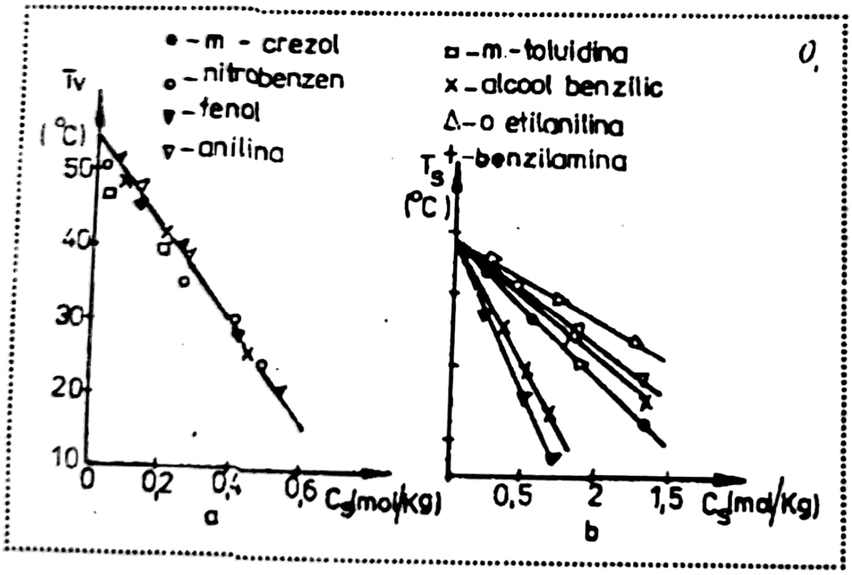


Fig. 7.34. Influenţa concentraţiei intensificatorului asupra temperaturii de vitrifiere a polietilentereftalatului (a) şi a poliacrilonitrilului (b).

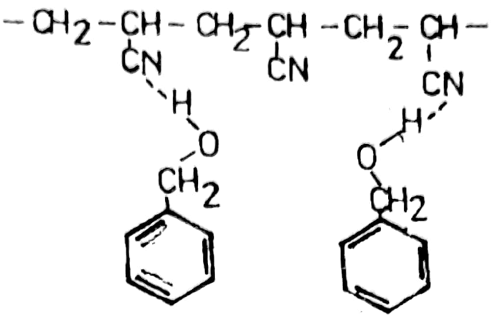
Conform datelor din tab. 7.21., dependenţa liniară nu este respectată în toate cazurile pentru compuşii din aceeaşi grupă, ca urmare a diferenţelor în capacitatea de interacţiune cu polimerul. Coeficientul N prezintă valori diferite [37]. Prin introducerea intensificatorului scade temperatura la care se constată o creştere în salt a acumulării de colorant în fibră (fig. 7.35). Aceiaşi intensificatori care în concentraţie echimoleculară scad temperatura de vitrifiere a polietilentereftalatului în aceeaşi valoare, în cazul plastifierii fibrelor poliacrilonitrilice se obţin drepte cu pante diferite. Comportarea diferită a intensificatorilor este corelată cu aportul interacţiunilor polare (δ_p) şi nepolare

(δ_n) care sunt incluse în parametrul de solubilitate (δ): $\delta^2 = \delta_p^2 + \delta_r^2$. Un intensificator va fi compatibil cu un polimer dacă cei trei parametri de solubilitate pentru ambii componenţi vor avea valori apropiate [4].

Tabelul 7.21. *Influenţa intensificatorilor asupra temperaturii de vitrifiere a polietilentereftalatului.*

Intensificatorul	c mol/kg	T_v °C	ΔT_v °C	N
Apa	-	99	-	-
Acid benzoic	0,054	98	1	37
	0,117	94,5	4,5	38,5
	0,240	90	9	37,5
Acid salicilic	0,086	94,5	4,5	52,3
	0,172	90	9	52,3
	0,351	80	19	54,1
cid p-hidroxibenzoic	0,021	99	0	0
	0,04	98,5	0,5	12,5
	0,065	98,5	0,5	7,7
cid toluidinic	0,081	93,5	5,5	67,9
	0,154	87,5	11,5	74,7
	0,404	70	29	71,8
Acid o-crezotic	0,166	86	13	72,3
	0,396	67,5	31,5	79,5
	0,535	65	34	63,6

Valorile δ_n pentru toţi intensificatorii sunt mai mici decât valorile δ_p. Valorile δ_n apropiate ale intensificatorului şi ale PET indică că în sistem predomină interacţiunile nepolare ca urmare a forţelor de dispersie. Aşa se explică scăderea liniară a T_v a polimerului funcţie de concentraţia molară. Forţele de dispersie sunt apropiate pentru toţi intensificatorii, iar salturile mărimii δ_p nu prezintă importanţă (fig. 7.36). În cazul plastifierii PAN, cu o polaritate mai mare decât a PET predomină interacţiunile polare. Intensificatorii adecvaţi vor avea valoarea δ_a apropiată de a fibrei. Pentru solvenţii polari, creşte de 5-10 ori viteza de difuzie [38]. Alcoolul benzilic plastifiază fibrele PAN şi cele PET. Mărimile δ şi δ_p ale alcoolului benzilic şi ale PAN sunt diferite, în schimb mărimea δ_p prezintă valori apropiate. Alcoolul benzilic participă în sistem ca un compus polar:



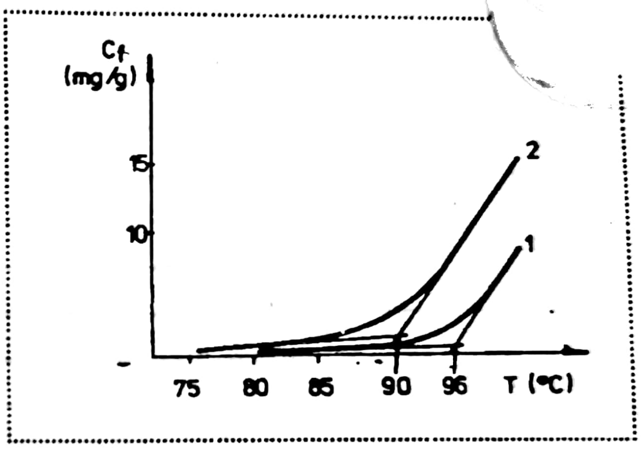
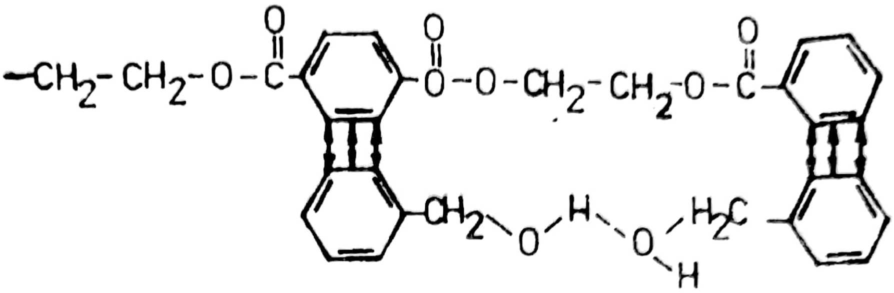


Fig. 7.35. Sorbţia unui colorant de dispersie diaminoantrachinonic în pelicula de polietilentereftalat
1 - vopsirea fără intensificator;
2 - vopsirea în prezenţa a 0,5 g/l intensificator.

Tabelul 7.22. Valorile parametrilor de solubilitate ai intensificatorilor şi ai polimerilor la temperatura de 25 °C, $kj^{1/2} \cdot cm^{-3/2}$ [108].

Componentul	δ	δ_n	δ_p
Anilina	22,6	19,5	11,44
Acid benzoic	21,8	18,44	15,66
Alcool benzilic	24,22	18,5	16,06
Benzilamina	21,08	17,78	10,95
m-Crezol	22,72	19,36	11,98
Fenol	29,68	24,8	16,28
Polietilentereftalat	21,90	19,52	9,82
Poliacrilonitril	31,52	26,53	17,02

Deoarece în cazul fibrelor poliesterice prezintă importanţă interacţiunile de dispersie, valorile apropiate ale parametrului δ_n se explică prin interacţiunile de forma:



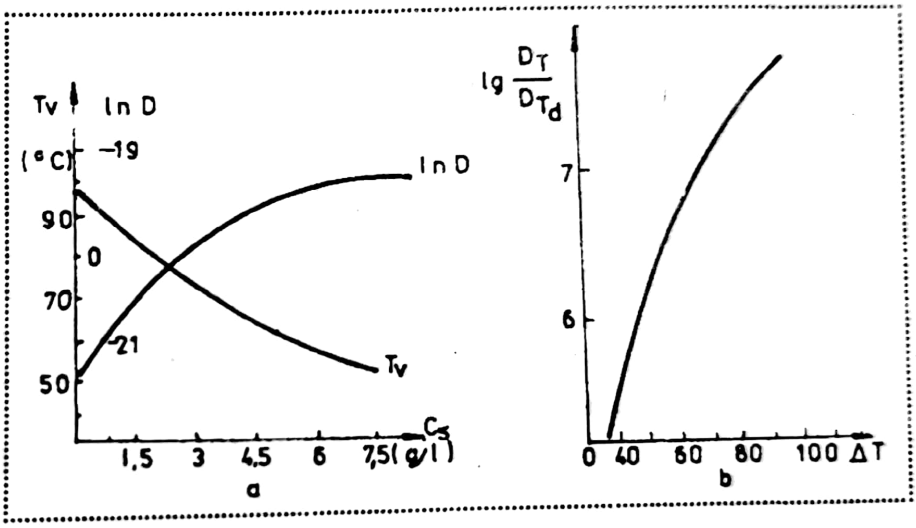


Fig. 7.36.
a. Influenţa concentraţiei intensificatorului asupra T_v şi asupra lnD.
b. Influenţa $\Delta T=T-T_v$ asupra creşterii difuziei relative a coloranţilor diaminoantrachinonici în fibrele poliesterice.

Prin scăderea temperaturii de vitrifiere a fibrelor chimice se explică valoarea mică a temperaturii iniţiale de vopsire (tab. 7.23).

$$\Delta T = T_{vop} - T_v$$

Această diferenţă este mai mare pentru coloranţii antrachinonici decât în cazul coloranţilor azoici şi depinde de volumul moleculelor şi de masa moleculară. Cum însă diferenţa ΔT este aceeaşi, cu sau fără intensificator în mediul de aplicare, se deduce că procesul, în ultimul caz, este determinat de plastifierea fibrei, iar interacţiunile intensificatorilor-colorant nu joacă un rol determinant [39].

Prin creşterea temperaturii de vopsire, interacţiunile polimer-intensificator se modifică. De exemplu, temperatura de vitrifiere a fibrelor poliesterice cu un conţinut de 1 % alcool benzilic este de 25 °C la temperatura de tratare de 100 °C, de 30 °C la temperatura mediului de 120 °C şi de 38 °C dacă temperatura flotei este de 140 °C. În scopul creşterii eficacităţii intensificatorului se recomandă procedee combinate de activare a fibrei [40].

Tabelul 7.23. *Temperatura iniţială de vopsire*

Colorantul de dispersie	Masa moleculară	Temperatura iniţială de vopsire, °C în:				
		Apă	0,1 M Alcool benzilic	0,1 M Anilină	0,1 M Fenol	0,1 M Toluidină
C.I. Red 17	344	88,5	79	78,5	75	73,5
C.I. Red 4	270	93	86	85	81,5	80
C.I. Red 7	359	101	93	91	89	-
Temperatura de vitrifiere, °C	-	68,5	61	60	57	55,5

Pentru accelerarea reducerii coloranţilor de cadă în pasta de imprimare se introduc amide, alături de reducător şi substanţă alcalină. Durata de reducere scade în ordinea: apă (1080 s) > acetamidă (360 s) > dimetiluree (240 s) > uree (60 s). Cea mai eficace este amida cu masa moleculară cea mai mică. Reducerea în topitura de uree este de 7-15 ori mai rapidă decât în mediul apos. Se presupune că produsele rezultate din descompunerea ureei catalizează reducerea. Accelerarea schimbului de electroni în sistemul redox se pune pe seama redistribuirii densităţii electronice în complexul intermediar. Reducerea este descrisă de ecuaţia [41]:

$$k \cdot t = m_o^{1/3} - m_t^{1/3}$$

în care: m_o, m_t - masa de colorant iniţială, respectiv la timpul t, neredusă; k - constanta vitezei de reducere; t - timpul de reducere.

Tot în acelaşi scop se recomandă utilizarea glioximelor de cobalt ($[Co(DH)_2(NH_3)_2]Cl$ sau DMGK, $CoI(DH)_2C_5H_5NO$ sau catalizator 3, $CoBr(DH)_2H_2O$ sau catalizator 2) în pastele de imprimare care conţin (g/kg): colorant de cadă - 50, glicerină 80, rongalită-aglutinant 1:1-160, carbonat de sodiu-apă 1:1-200, amidon-dextrină 1:1-50, catalizator 1 [42].

În prezenţa catalizatorului reducerea colorantului de cadă are loc în 40-60 s de aburire, (fig. 7.37).

Dimetilforamida scurtează durata de reducere de 1,5-2 ori. Deşi hidroxidul de sodiu nu modifică viteza de reducere, colorantul se fixează mult mai bine în suportul celulozic.

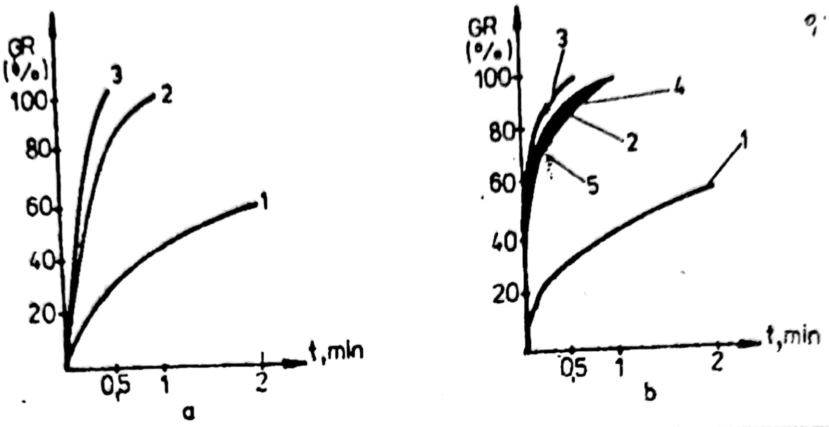


Fig. 7.37. Cinetica reducerii coloranților de cadă Tioindigo roz intens JP determinată de diferite adausuri (g/kg):
a) 1 - 0 g; 2 - 1 g DMGK, 3 - 1 g DMGK + 20 g DMF;
b) 1 - 0 g; 2 - 1 g DMGK, 3 - 1 g DMGK + 200 g DMF,
4 - 1 g DMGK + 36 g NaOH, 5 - 1 g DMGK + colorant redus.

7.5. Fixarea azeotropă a substanțelor de finisare

Prin utilizarea amestecurilor azeotrope solvent organic-apă, concomitent se plastifiază fibrele hidrofile și fibrele hidrofobe [43]. Conform datelor experimentale din tab. 7.24, se observă că prin tratarea fibrelor poliesterice cu amestec azeotrop, colorantul de dispersie difuzează de 1000 ori mai repede decât în cazul utilizării vaporilor de apă cu aceeaşi temperatură. Gradul de fixare de aproape 100 % se atinge după 1-2 minute de tratare în amestecul azeotrop, în timp ce în cazul fixării cu vapori saturați de apă după 30-60 minute gradul de fixare este de aproximativ 60 %. De amintit că prin fixarea cu aer cald se înrăutățesc caracteristicile coloristice ca urmare a termodestrucției cromoforului și sublimării colorantului și se diminuează indicii fizico-mecanici ai țesăturii. Cauza principală a intensificării transferului de masă este creșterea accesibilității fibrei. Volumul accesibil crește de la 0,042 cm^3/g în abur saturat la 0,083 cm^3/g prin tratarea cu aer cald (200 °C) sau cu vapori saturați ai amestecului azeotrop (95-100 °C). Din determinarea temperaturii de vitrifiere prin metoda vitezei de difuzie a coloranților de dispersie și prin contracția de echilibru a polimerului s-a pus în evidență acțiunea caracteristică a mediului asupra structurii polimerului și a stării coloranților (tab. 7.25).

Tabelul 7.24. *Influenţa mediului de fixare asupra rezultatelor imprimării polietilentereftalatului cu coloranţi de dispersie.*

Amestecul azeotrop	Temperatura de fierbere a amestecului azeotrop, °C	Conţinutul masic de solvent în amestecul azeotrop (%)	Gradul de fixare al colorantului Yellow 3 după 1 min de fixare	$D \cdot 10^9$ cm²/s		Contracţia ţesăturii după 3 minute de fixare, %	Pierderea rezistenţei la rupere, %
				Albastru duranol G	Yellow 3		
Benzaldehidă-apă	99	33	100	1,7	1,9	12,5	1,9
Furfurol-apă	97,5	35	95	1,3	1,7	11	2,9
Anisol-apă	95,5	50,5	92	1,0	1,5	9,2	-
Fenol-apă	99,6	9,2	81	0,9	1,6	10,2	-
Alcool benzilic -apă	100	9	78	0,5	0,6	8,6	2,7
Acetofenonă-apă	99,1	18,5	80	1,1	1,1	8,6	-
o-Cresol-apă	99	16	76	3,7	4,0	17,2	-
Apă*	100	-	54	0,001	0,006	2,5	-
Aer uscat**	200	-	97	1,3	1,9	15,5	4,5

* - durata de tratare 30 minute; ** - durata de fixare 90 secunde.

Pentru toate amestecurile azeotrope contribuţia cea mai mare la mărirea difuziei o prezintă modificarea de structură (tab. 7.26).

Compuşii aromatici hidroxilici prezintă afinitatea cea mai mare faţă de polietilentereftalat, putând interacţiona prin legături de hidrogen şi prin forţe de dispersie. Prin pătrunderea în fibră, solventul organic slăbeşte legăturile intermoleculare, afânând structura internă. Gradul de fixare al coloranţilor de dispersie de fibrele poliesterice prin metoda azeotropă se calculează cu formula [44]:

$$GF(\%) = 32{,}7 + 0{,}00293(T'-T'_v)^2 - 0{,}76t^2 - 0{,}027(T'-T'_v) + 23{,}65t - 0{,}1346(T'-T'_v)t$$

în care:

T' - temperatura de fierbere a amestecului azeotrop;

T'_v - temperatura de vitrifiere a polimerului rezultată în condiţiile de tratare cu amestecul azeotrop;

$$T'_v = T_v - (T - T')$$

T_v - temperatura de vitrifiere a polimerului în condiţiile de tratare cu aer cald;
T - temperatura de termoficare;
t - durata de tratare azeotropă.

Din analiza ecuaţiei rezultă că mediul cel mai eficace pentru obţinerea unui grad de fixare de 90-95 % în timp de 1-3 minute, este acela pentru care diferenţa $(T' - T'_v)$ este de 110-140 °C. Astfel coeficientul de difuzie al colorantului de dispersie în polietilentereftalat la temperatura de 98-100 °C este egal cu coeficientul de difuzie rezultat prin fixarea cu aer cald (190-220 °C).

Tabelul 7.25 ***Influenţa mediului de fixare asupra polimerului şi colorantului.***

Indicele	Vapori ai amestecului azeotrop					Vapori ai solventului	
	BA-apă	FF-apă	AB-apă	AF-apă	Anisol-apă	TCE	PCE
Scăderea temperaturii de vitrifiere după contracţia de echilibru, °C	82	73,5	57	72	67	51	34
Scăderea temperaturii de vitrifiere după difuzia colorantului, °C	111-104	102	69-64	92-84	97	67-59	42-34
Aportul factorului structural în mărimea difuziei, %	72-79	72	83-89	78-85	69	89-94	81-100
Aportul modificării stării colorantului în mărimea difuziei, %	26-21	28	17-11	22-15	31	11-6	19-0

BA - benzaldehidă; FF - furfurol; AB - alcool benzilic;
AF - acetofenonă; TCE - tricloretilenă; PCE - percloretilenă.

Deoarece amestecul azeotrop are afinitate pentru ambele componente din materialele textile binare se creează condiţii favorabile pentru fixarea diferitelor clase tehnologice de coloranţi. De exemplu, coloranţii de dispersie şi coloranţii reactivi au coeficienţii de difuzie de acelaşi ordin de mărime şi se garantează uniformitatea fixării.

Pentru a se puncta rolul fiecărei componente din amestecul azeotrop în fixarea coloranţilor, în fig. 7.38, se prezintă curbele cinetice de fixare pentru Violet de dispersie K pe componenta poliesterică (1, 2, 3) şi pentru Violet reactiv 4K pe componenta celulozică (1', 2', 3') la temperatura de fixare 99-100 °C. În varianta de fixare cu amestec azeotrop alcool benzilic-apă se obţine o eficienţă maximă. Dacă se utilizează alcoolul benzilic pur atunci vitezele de fixare pentru ambii coloranţi scad în condiţiile în care concentraţia alcoolului benzilic în faza de vapori este de 1,5 ori mai mare decât compoziţia azeotropului. Deci, apa intensifică procesul de fixare. Moleculele de apă umflă rapid fibrele celulozice şi au rol sinergetic în plastifierea componentei hidrofobe.

Tabelul 7.26. *Parametri cinetici şi termodinamici de interacţiune solvent organic - polietilentereftalat.*

Mediul de fixare	T, °C	Concentraţia solventului în vapori $c_a \cdot 10^3$ mol/l	Coeficientul de difuzie $D \cdot 10^9$ cm^2/s	Constantă de echilibru $K = c_f/c_a$	Afinitate $\Delta\mu^o$ kj/mol
Alcool benzilic-apă	99,9	0,523	1,4	1854	23,3
Benzaldehidă-apă	99	2,524	3,0	371,3	18,2
Furfurol-apă	98,5	3,024	8,5	103,5	14,3
Percloretilenă-apă	88,5	11,571	0,4	43,5	11,3

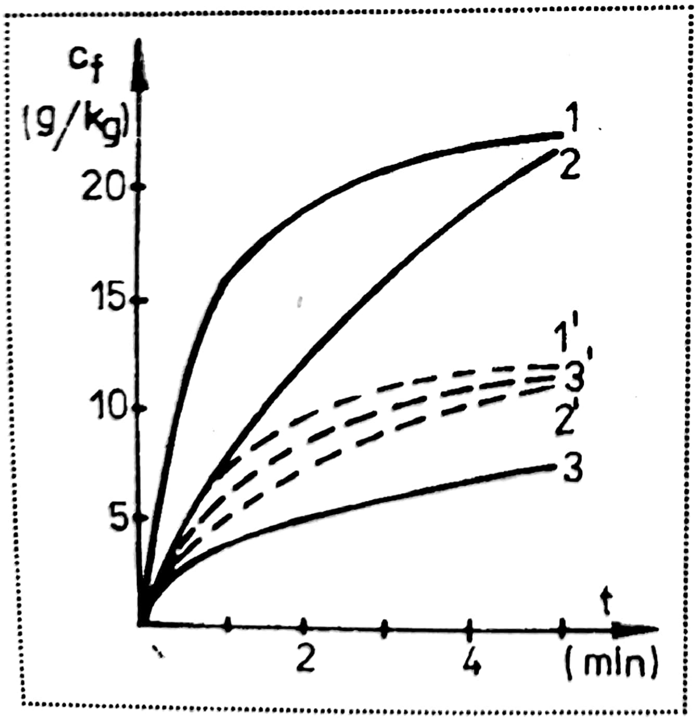
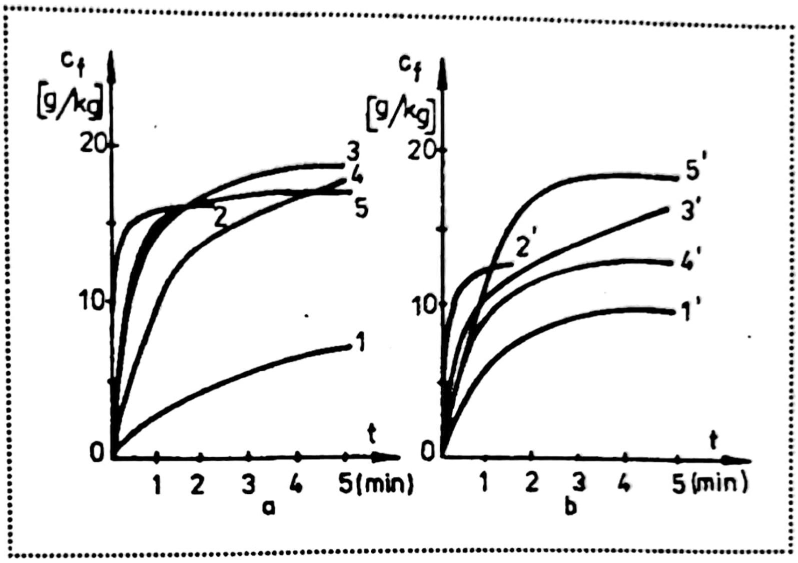


Fig. 7.38. Curbe cinetice de fixare.
1, 2, 3 - Violet de dispersie K în polietilentereftalat;
1', 2', 3' - Violet reactiv 4K în bumbac;
1, 1' - în vapori de amestec azeotrop alcool benzilic-apă;
2, 2' - în vapori de alcool benzilic;
3, 3' - în vapori de apă.

Comparativ cu fixarea cu aer cald sau cu vapori saturaţi de apă, prin fixarea azeotropă se obţin rezultate mai bune (fig. 7.39), şi murdărirea minimă a componentei celulozice (fig. 7.40).

Fig. 7.39. Curbe cinetice de fixare pentru Oranj de dispersie (a) şi pentru Ostazin galben auriu (b) în ţesătura de bumbac-poliester în mediile:
1-1' - vapori saturaţi de apă;
2-2' - aer cald (200 °C);
3-3' - vapori anisol-apă;
4-4' - vapori alcool benzilic-apă;
5-5' - vapori acetofenonă-apă.



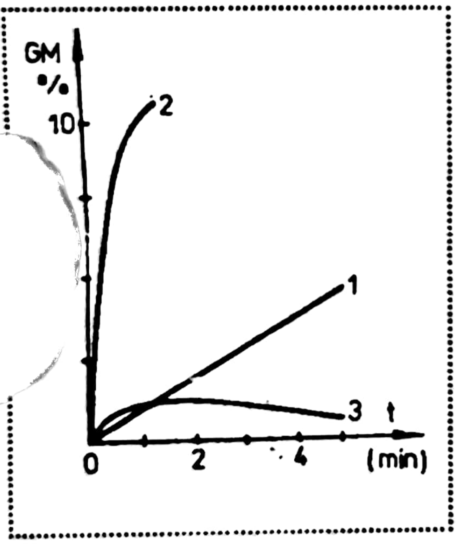


Fig. 7.40. Gradul de murdărire a componentei celulozice din amestec prin fixarea cu: 1 - vapori saturaţi de apă; 2 - aer cald (200 ° C); 3 - vapori ai amestecului azeotrop anisol-apă (95 ° C).

În varianta de fixare azeotropă gradul de fixare creşte cu 10-60 %, limitele superioare atingându-se pentru coloranţii de dispersie cu stabilitate mediocră la sublimare. În cazul ţesăturilor mixte bumbac-polietilentereftalat se elimină operaţia preliminară de termofixare. Termostabilizarea are loc concomitent cu fixarea coloranţilor.

În operaţiile comasate de vopsire-finisare superioară se utilizează coloranţi reactivi, de dispersie, precondensate termoreactive, catalizatori acizi, obţinându-se unghiuri de revenire din şifonare de 220-240 °C ca urmare a distribuţiei uniforme şi în profunzime a agentului de neşifonabilizare. Viteza de difuzie a DMEU este de 3-4 ori mai mare în condiţiile tratării azeotrope decât prin tratarea cu aer cald sau cu abur supraîncălzit.

Avantajul tehnologiei de fixare azeotropă constă în utilizarea unei singure clase de coloranţi, de exemplu coloranţi de cadă, pentru vopsirea amestecurilor.

După fulardarea cu compoziţia ce conţine colorantul de cadă, reducătorul, substanţa alcalină, ţesătura se usucă şi se încălzeşte ulterior în mediu azeotrop. În procesul termic, o parte din colorantul de cadă aflat sub formaneredusă vopseşte componenta hidrofobă, iar leucoderivatul sodic vopseşte componenta celulozică. Se realizează un grad mare de fixare (75-93 %), iar coeficientul de repartiţie al colorantului între componente este apropiat de raportul acestora în amestec. Prin fixarea azeotropă se obţin vopsiri de calitate, consumul specific de colorant se micşorează cu 10-30 %, iar cantitatea de energie necesară se micşorează de 3-5 ori.

Cu toate că viteza de deplasare a materialului textil este de 30-35 m/min, se pot supune fixării concomitent 2-3 foi de ţesătură. Pentru micşorarea duratei de fixare se pot aplica variantele:

1. creşterea temperaturii de fixare azeotropă de la 100 °C la 140 °C;
2. dirijarea forţată a vaporilor prin ţesătură;
3. combinarea acţiunii vaporilor supraîncălziţi cu a radiaţiilor infraroşii.

Prin supraîncălzirea vaporilor, sorbţia de alcool benzilic şi apă de către materialul textil scade, (tab. 7.27). Prin tratarea cu vapori saturaţi ai amestecului azeotrop, fibra poliesterică absoarbe 6 % alcool benzilic. Prin fixarea cu vapori supraîncălziţi (140 °C) conţinutul de alcool benzilic se reduce la 0,5 %. Dacă se diminuează conţinutul de alcool benzilic şi apă, atunci se simplifică desorbţia în sta
final al fixării şi se măreşte eficacitatea plastifierii (fig. 7.41).

Tabelul 7.27. *Influenţa temperaturii vaporilor asupra eficacităţii interacţ alcoolului benzilic cu polietilentereftal*

Indicele		Temperatura vaporilor T(°C)			
		100	120	140	160
Conţinutul maxim de solvent în fibră, %	- Alcool benzilic	6	1,5	0,5	0,3
	- Apă	1	0,3	0,1	0,03
Coeficientul de distribuţie al solventului între fibră şi vapori	- Alcool benzilic	1444	381	133	85
	- Apă	24	8	3	1
Diferenţa de temperatură $\Delta T = T - T_v$		56	59	88	91

După fulardarea cu compoziţia ce conţine colorantul de cadă, reducătorul, substanţa alcalină, ţesătura se usucă şi se încălzeşte ulterior în mediu azeotrop. În procesul termic, o parte din colorantul de cadă aflat sub forma neredusă vopseşte componenta hidrofobă, iar leucoderivatul sodic vopseşte componenta celulozică. Se realizează un grad mare de fixare (75-93 %), iar coeficientul de repartiţie al colorantului între componente este apropiat de raportul acestora în amestec. Prin fixarea azeotropă se obţin vopsiri de calitate, consumul specific de colorant se micşorează cu 10-30 %, iar cantitatea de energie necesară se micşorează de 3-5 ori.

Cu toate că viteza de deplasare a materialului textil este de 30-35 m/min, s supune fixării concomitent 2-3 foi de ţesătură. Pentru micşorarea duratei de fixare aplica variantele:

1. creşterea temperaturii de fixare azeotropă de la 100 °C la 140 °C;
2. dirijarea forţată a vaporilor prin ţesătură;
3. combinarea acţiunii vaporilor supraîncălziţi cu a radiaţiilor infraroşii.

Prin supraîncălzirea vaporilor, sorbţia de alcool benzilic şi apă de către materialul textil scade, (tab. 7.27). Prin tratarea cu vapori saturaţi ai amestecului azeotrop, fibra poliesterică absoarbe 6 % alcool benzilic. Prin fixarea cu vapori supraîncălziţi (140 °C) conţinutul de alcool benzilic se reduce la 0,5 %. Dacă se diminuează conţinutul de alcool benzilic şi apă, atunci se simplifică desorbţia în stadiu final al fixării şi se măreşte eficacitatea plastifierii (fig. 7.41).

Tabelul 7.27. Influenţa temperaturii vaporilor asupra eficacităţii interacţiunii alcoolului benzilic cu polietilentereftalatul.

Indicele		Temperatura vaporilor T(°C)			
		100	120	140	160
Conţinutul maxim de solvent în fibră, %	- Alcool benzilic	6	1,5	0,5	0,3
	- Apă	1	0,3	0,1	0,03
Coeficientul de distribuţie al solventului între fibră şi vapori	- Alcool benzilic	1444	381	133	85
	- Apă	24	8	3	1
Diferenţa de temperatură $\Delta T = T - T_v$		56	59	88	91

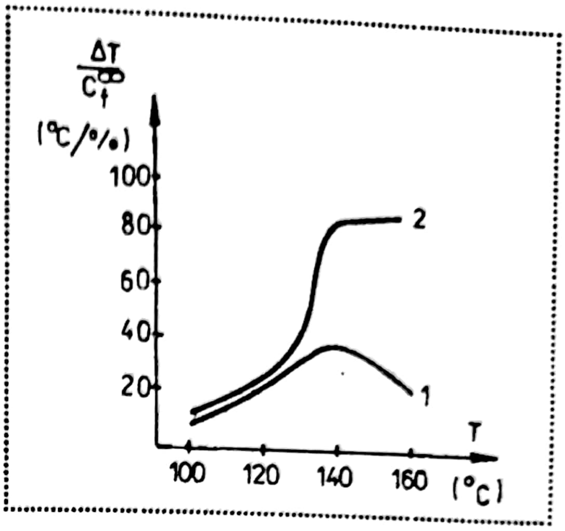


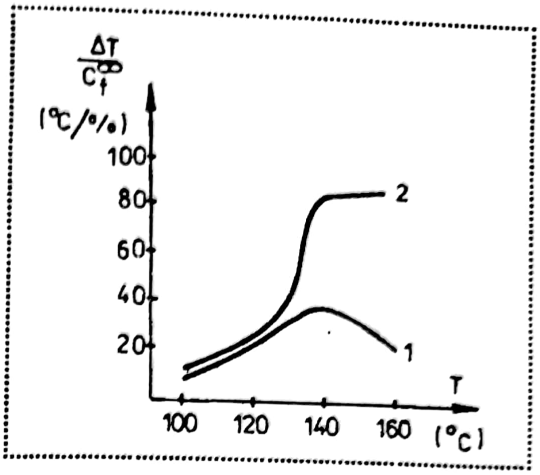
Fig. 7.41. Influenţa temperaturii asupra plastifierii fibrei poliesterice cu alcool benzilic pur (1) şi cu amestecul azeotrop alcool benzilic-apă (2). (c_f^{∞} - conţinutul de alcool benzilic din fibră la temperatura T, °C).

Plastifierea maximă a fibrei poliesterice se explică prin efectul sinergetic al mediului şi a energiei termice. La concentraţii de alcool benzilic de 0,5-0,3 % şi de apă de 0,1-0,03 %, temperatura de vitrifiere a fibrei poliesterice scade numai cu 26-43 °C, iar diferenţa dintre temperatura de fixare şi temperatura de vitrifiere (ΔT) creşte de la 56 °C până la 88-91 °C. Prin urmare volumul liber al fibrei creşte cu 45 % dacă temperatura creşte de la 100 °C la 140 °C, iar volumul liber accesibil pentru coloranţii de dispersie creşte de 2,3-2,6 ori [44]. Conform datelor din tabelul 7.28. se poate evalua cantitativ solvatarea colorantului, plastifierea fibrei, acţiunea sinergetică a azeotropului şi efectul global (azeotrop şi temperatură).

Tabelul 7.28. *Aportul diferiţilor factori (%) în efectul global al fixării azeotrope în sistemul tinctorial coloranţi de dispersie - fibre poliesterice.*

Factorul		Temperatura de fixare, T(°C)			
		100	120	140	160
lvatarea colorantu		15	8	5	1
Plastifierea fibrei prin considerarea:	- energiei termice	3	16	41	52
	- alcoolului benzilic	40	37	15	19
	- apei	22	16	12	9
Sinergismul acţiunii temperaturii şi azeotropului		20	23	27	19

Prin creşterea temperaturii mediului, solvatarea colorantului şi plastifierea fibrei se diminuează ca urmare a scăderii sorbţiei de alcool benzilic. La 100 °C sorbţia vaporilor fiind mai mare, creşte numărul de grupe funcţionale activate din polimer. În schimb aportul energiei termice în fixarea colorantului, în domeniul de temperatură 100-160 °C, devine semnificativ ca urmare a expansiunii volumului liber de la 3 % la 52 %. Valoarea înaltă a indicelui de plastifiere datorat apei semnifică faptul că aceasta



fluenţa temperaturii asupra poliesterice cu alcool benzilic amestecul azeotrop alcool (c_f^∞ - conţinutul de alcool ă la temperatura T, °C).

maximă a fibrei poliesterice se efectul sinergetic al mediului şi a termice. La concentraţii de alcool benzilic de 0,5-0,3 % şi de apă de 0,1-0,03 %, temperatura de vitrifiere a fibrei poliesterice scade numai cu 26-43 °C, iar diferenţa dintre peratura de fixare şi temperatura de vitrifiere (ΔT) creşte de la 56 °C până la °C. Prin urmare volumul liber al fibrei creşte cu 45 % dacă temperatura creşte de °C la 140 °C, iar volumul liber accesibil pentru coloranţii de dispersie creşte de 2,6 ori [44]. Conform datelor din tabelul 7.28. se poate evalua cantitativ solvatarea colorantului, plastifierea fibrei, acţiunea sinergetică a azeotropului şi efectul global (azeotrop şi temperatură).

Tabelul 7.28. *Aportul diferiţilor factori (%) în efectul global al fixării azeotrope în sistemul tinctorial coloranţi de dispersie - fibre poliesterice.*

Factorul		Temperatura de fixare, T(°C)			
		100	120	140	160
Solvatarea colorantului		15	8	5	1
Plastifierea fibrei prin considerarea:	- energiei termice	3	16	41	52
	- alcoolului benzilic	40	37	15	19
	- apei	22	16	12	9
Sinergismul acţiunii temperaturii şi azeotropului		20	23	27	19

Prin creşterea temperaturii mediului, solvatarea colorantului şi plastifierea fibrei se diminuează ca urmare a scăderii sorbţiei de alcool benzilic. La 100 °C sorbţia vaporilor fiind mai mare, creşte numărul de grupe funcţionale activate din polimer. În schimb aportul energiei termice în fixarea colorantului, în domeniul de temperatură 100-160 °C, devine semnificativ ca urmare a expansiunii volumului liber de la 3 % la 52 %. Valoarea înaltă a indicelui de plastifiere datorat apei semnifică faptul că aceasta joacă un rol deosebit în fixarea colorantului. Moleculele de apă sorbite în procesul de fixare azeotropă se localizează la granița dintre unitățile cinetice și îndeplinesc rolul de plastificator structural [45]. Efectul sinergetic (alcool benzilic, apă, temperatură) atinge valoarea maximă la temperatura de 140 °C ca urmare a plastifierii structurale și moleculare. Acest efect este explicabil nu numai prin acțiunea separată a componenților ci și prin acțiunea asociatelor alcool benzilic-apă care pătrund adânc și rapid în structura fibrei. Pentru coloranții Violet de dispersie K și Violet reactiv 4K, rezultatele cele mai bune de fixare pe țesăturile mixte bumbac-poliester se obțin prin tratarea cu vapori la temperatura de 140 °C, tab. 7.29.

Tabelul 7.29. *Fixarea coloranților Violet de dispersie K și Violet reactiv 4K prin tratarea cu vapori ai amestecului azeotrop alcool benzilic-apă.*

Temperatura °C	Durata de fixare, min	Gradul de fixare, % în:	
		poliester	bumbac/poliester
100	3	66,9	81,2/70,3
	5	85,3	86,3/75,9
	7	88,9	90,1/86,2
140	1	72,4	83,8/86,1
	3	93,4	89,2/90,3
	5	99,2	94,1/92,2
Conținutul de solvent în țesătură, %			
100	5	5,5	5,0
140	3	0,4	0,4

Prin utilizarea vaporilor supraîncălziți, fracția de colorant reactiv hidrolizat sc de la 12-15 %, la 5-7 % ca urmare a scăderii conținutului de umiditate. Deoarece în stadiul final al fixării cantitatea de alcool benzilic din materialul textil este mai mică nu este necesar un tratament termic special. Creșterea temperaturii de fixare nu are repercursiuni asupra indicilor de calitate ai materialului textil.

Prin dirijarea forțată a vaporilor prin foile de țesătură se poate reduce durata de încălzire a materialului textil de la 80-100 s la 5-6 s [46]. Astfel, durata de contact a amestecului azeotrop cu materialul textil se reduce ia 30-60 s deoarece cu vaporii supraîncălziți are loc activarea rapidă a fibrei și trecerea accelerată a colorantului în starea monomoleculară cu capacitate difuzie în fibră (fig. 7.42).

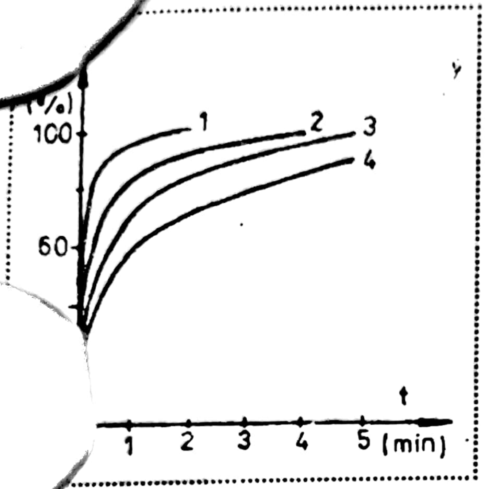
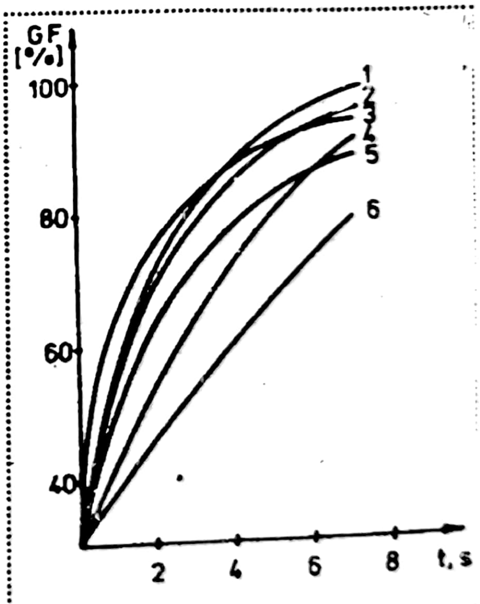


Fig. 7.42. Cinetica fixării colorantului Violet de dispersie K în fibra poliesterică prin tratarea statică (3, 4) şi în condiţiile dirijării forţate (1, 2) a vaporilor prin ţesătură cu temperatura de 140 °C (1, 3) şi 120 °C (2, 4)

Pentru o lungime de contact a ţesăturii cu vapori de 15-30 m este suficientă o viteză de 30 m/min care satisface din punct de vedere tehnic. Într-o altă variantă se propune în prima etapă a fixării dirijarea forţată a vaporilor şi acţiunea radiaţiilor infraroşii [47]. În timp de 5-6 s materialul textil atinge temperatura mediului, timp în care se fixează 50-70 % din cantitatea totală de colorant. Ulterior numai prin tratarea cu radiaţii IR (intensitatea de iradiere 12 kW/m^2) se desăvârşeşte fixarea colorantului şi se îndepărtează solventul din material, fig. 7.43.

Fig. 7.43. Influenţa concentraţiei alcoolului benzilic din fibra poliesterică asupra cineticii de fixare a colorantului Roz intens de dispersie la intensităţi de iradiere de 8 (curbele 1, 2, 4, 6), 10 (curba 5) şi 12 kw/m^2 (curba 3). 3, 5, 6 - fibra fără solvent; 1, 2, 4 - concentraţia alcoolului benzilic în fibră de 3,1 şi, respectiv, 0,5 %.



În prezenţa radiaţiilor infraroşii, eficacitatea alcoolului benzilic creşte simţitor. De exemplu, pentru un conţinut iniţial de 1 % alcool benzilic, gradul maxim de fixare se atinge în 6-7 s de iradiere (curba 2). În acest fel, intensitatea de iradiere este cu mult mai mică decât în cazul lipsei solventului. La intensităţi mari de iradiere creşte consumul energetic şi se înrăutăţesc indicii de utilizare ai materialului textil. Dacă se consideră durata necesară pentru încălzirea suportului textil, atunci durata fixării azeotrope este de 10-12 s. Conţinutul rezidual de alcool benzilic nu depăşeşte 0,05-0,1 %. În această variantă se pot aplica tehnologii comasate de vopsire - finisare superioară. Gradul de îndepărtare al alcoolului benzilic din materialul textil depinde de metoda utilizată. Prin cuplarea iradierii, injectării de abur supraîncălzit şi vacuumării durata de fixare se reduce la maximum 12 secunde (fig. 7.44) [48].

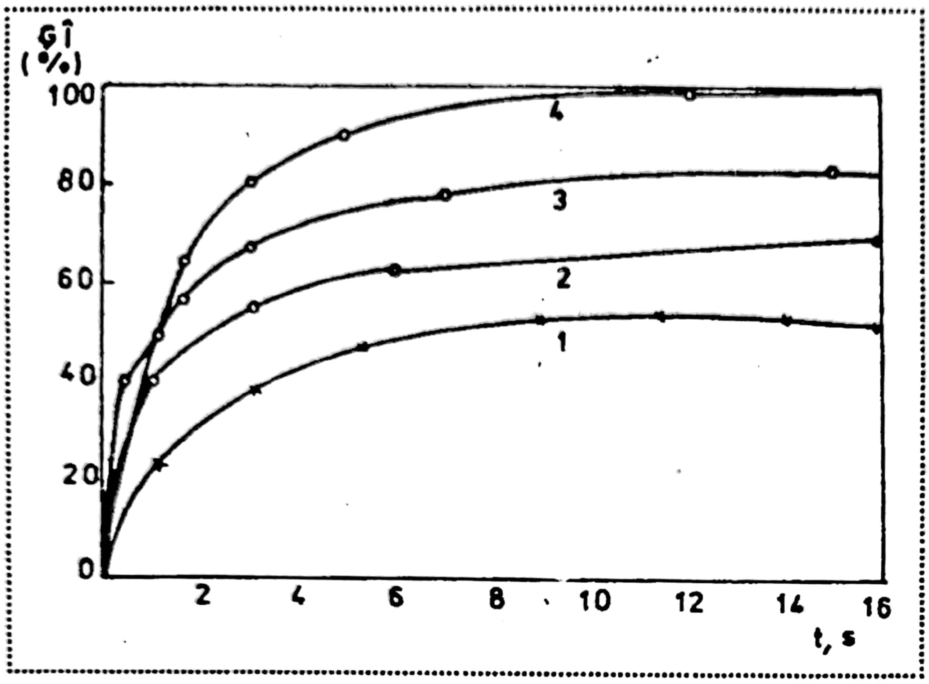


Fig. 7.44. Cinetica îndepărtării alcoolului benzilic din țesătura mixtă bumbac-poliester 67/33 % 1 - vacuumare (vid 200 Pa); 2 - iradiere (2 W/cm²); 3 - jeturi de vapori (10 m/s) și vacuumare; 4 - iradiere, jeturi de vapori și vacuumare.

Conducerea corectă a fixării azeotrope se bazează pe reglarea concentrației solventului organic în materialul textil și a temperaturii de fixare astfel încât să nu apară transformări ireversibile în polimerul fibros. Vaporii nesaturați (supraîncălziți) ai amestecului azeotrop au temperatura cu 40-80 °C mai mică decât temperatura de fierbere a solventului pur și presiunea parțială de $1{,}33\text{-}29{,}32 \cdot 10^3$ Pa.

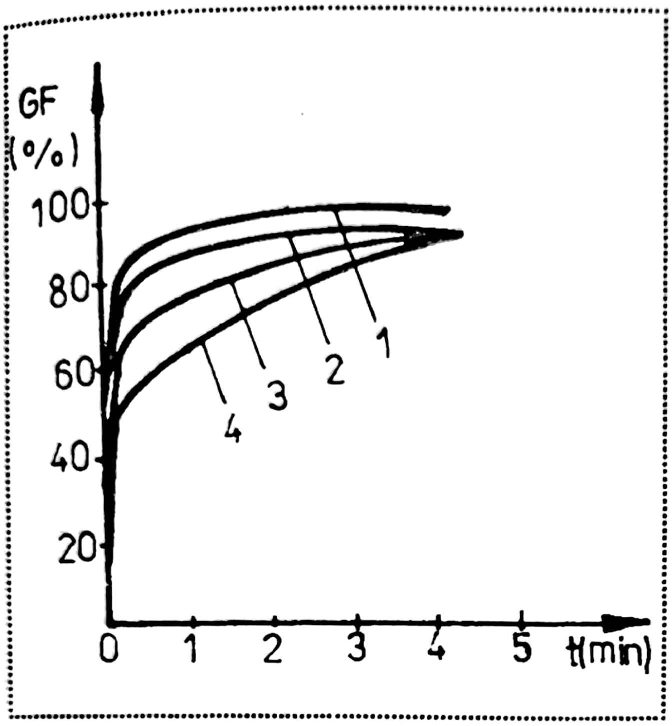
Scăderea temperaturii de vitrifiere a polimerului nu se modifică prin trecerea de la vapori saturați la vapori supraîncălziți. Pe baza datelor experimentale (fig. 7.45) s-a putut stabili corelația între gradul de fixare a colorantului și diferența de temperatură $\Delta T = T - T_v$ °C (fig. 7.46) [49].

În medii de vapori supraîncălziți se poate regla temperatura de fixare astfel încât să se obțină valori controlabile ale gradului de fixare.

În tabelele 7.30. și 7.31 se prezintă variante de vopsire cu fixare azeotropă.

Prin aplicarea fixării azeotrope crește productivitatea de 2-10 ori, scade consumul energetic de 3 ori, gradul de fixare al coloranților crește cu 10-20 % și se îmbunătățesc indicii de calitate ai țesăturii, inclusiv indicii coloristici.

Fixarea azeotropă se poate aplica și pentru articolele ce se imprimă [51], parcurgându-se etapele: imprimare, uscare, fixare, spălare. De remarcat că prin fixarea azeotropă se accelerează desorbția aglutinantului (alginat de sodiu utilizat pentru poliester) în operația de spălare. Durata de fixare azeotropă este de 2-5 minute la 130-150 °C sau de 5-7 minute la 102-105 °C.



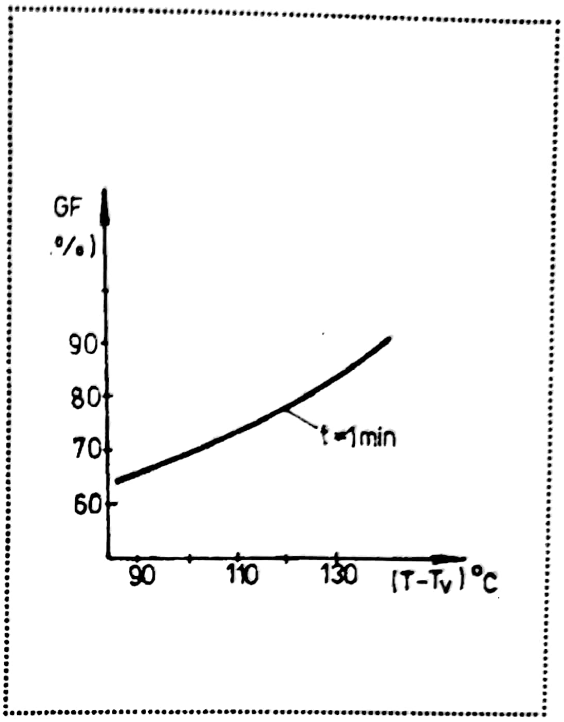


Fig. 7.45. Curbe cinetice de fixare obținute pentru diferența $\Delta T = T - T_v$ egală cu: 1 - 141 °C, 2 - 137 °C, 3 - 115 °C, 4 - 89 °C.

Fig. 7.46. Corelația grad de fixare - $\Delta T = T - T_v$

Tabelul 7.30. ***Procedeul de vopsire cu coloranți reactivi și de dispersie a țesăturilor mixte bumbac-poliester prin fixare azeotropă.***

Etape		Compoziția soluției (g/l) și parametrii tehnologici
Impregnare		Colorant reactiv 5-15, colorant de dispersie 5-15, uree 15-50, carbonat acid de sodiu 5-15, Manutex (3 %) 30-50, temperatura 20 °C, grad de preluare 55-60 %
Preuscare		Distanța între radianții IR 30-35 cm
Uscare		Temperatura 80-110 °C
Fixarea azeotropă		Temperatura 102-105 °C, durata 5-7 minute
Spălare	1,2	Apă rece, 10-25 °C
	3,4	Apă fierbinte, 70-80 °C
Săpunire	5,6	Agent de săpunire 1-2, temperatura 95-100 °C
Spălare	7	Apă fierbinte 70-80 °C
	8	Apă caldă 50-60 °C

Tabelul 7.31. *Procedeul de vopsire cu fixare azeotropă a coloranţilor de cadă în ţesături mixte bumbac-poliester [50].*

Etape		Compoziţia soluţiei (g/l) şi parametrii tehnologici
Impregnare		Colorant de cadă 5-30 Rongalită 35-50 Carbonat de sodiu 10-20 (pH = 9,5-11,5) Manutex (3 %) 30 Temperatura 20-25 °C Grad de stoarcere 55-65 %
Preuscare*		Distanţa între radianţi 30-35 cm
Uscare*		Temperatura 80-100 °C
Fixarea azeotropă		Temperatura 102-105 °C Durata 5-7 minute
Oxidare	1,2	Apă rece, 10-25 °C
	3,4	Peroxid de hidrogen (100 %) 2 Acid acetic (80 %) 0,5 Temperatura 40-50 °C
Săpunire	5,6	Agent de săpunire 2 Temperatura 90-100 °C
Spălare	7	Apă fierbinte, 70-80 °C
	8	Apă caldă, 50-60 °C

* Se pot elimina.

7.6 Finisarea textilelor în mediu de amoniac lichid

Date despre interacţiunea celulozei cu amoniacul lichid sunt cunoscute din anul 1861, iar aplicaţiile practice s-au răspândit începând cu anul 1925. În anul 1967, amoniacul lichid s-a aplicat industrial pentru tratarea fibrelor şi ţesăturilor de bumbac.

Acţiunea amoniacului lichid asupra celulozei este mai blândă decât a soluţiilor concentrate de hidroxid de sodiu (tab. 7.31) [52]. Transformările celulozei I în celuloză amorfă (D) sau celuloză III, pot fi schematizate conform fig. 7.47. Tratamentul termic ulterior impregnării cu amoniac lichid la durate de 0,5-2s poate să influenţeze raportul celuloză III/D funcţie de temperatura şi umiditatea mediului (evaporarea cu suprafeţe încălzite, vaporizare prin convecţie, spălare cu apă fierbinte, iradiere), cu sau fără torsionarea materialului textil (fire, ţesături). Transformarea celulozei I în celuloză III are loc prin evaporarea amoniacului, fig. 7.48., curba c. Prin spălarea cu apă·caldă se desfăşoară un proces de cristalizare care nu modifică structura cristalină a fibrei, fig. 7.48., curba b.

Tabelul 7.31. *Indicii caracteristici fibrelor celulozice tratate cu agenţi de umflare.*

Indicele	Substanţa de tratare	
	Hidroxid de sodiu	Amoniac lichid
Indicele de cupru	0,635	0,166
Gradul de umflare, %	5,168	4,464
Dimensiunea transversală a cristalitelor, nm	4,2	2,2
Volumul ochiului cristalin, Å^3	600	800
Forma cristalografică	II + D	II + D

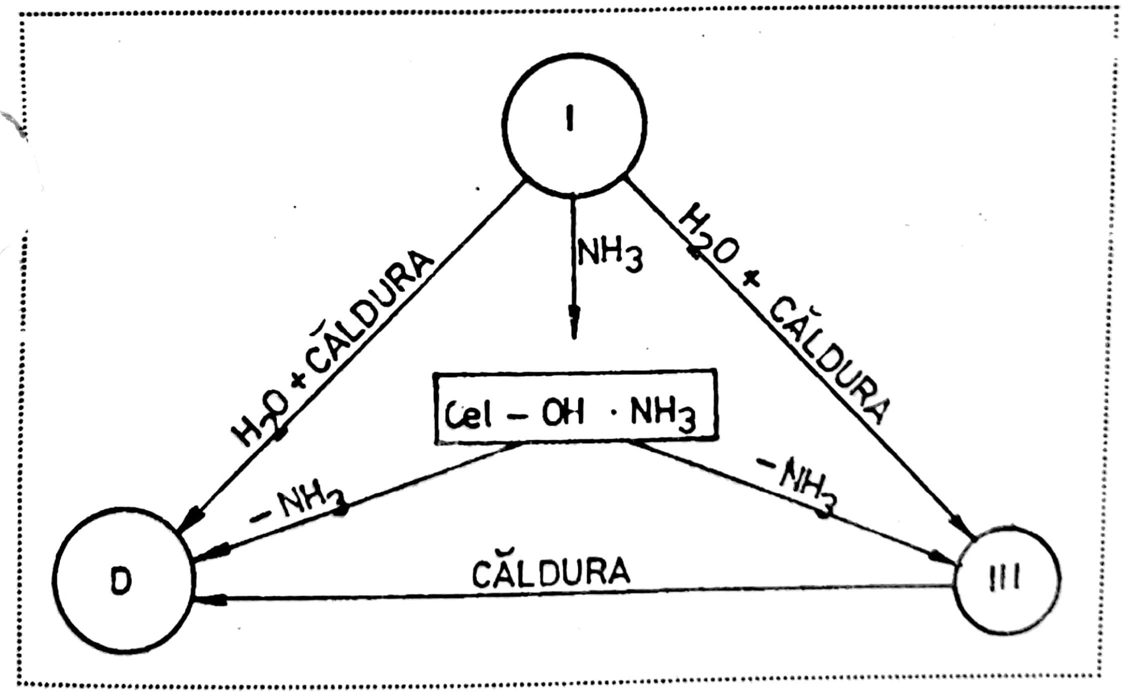


Fig. 7.47. Modificările structurale ale celulozei I

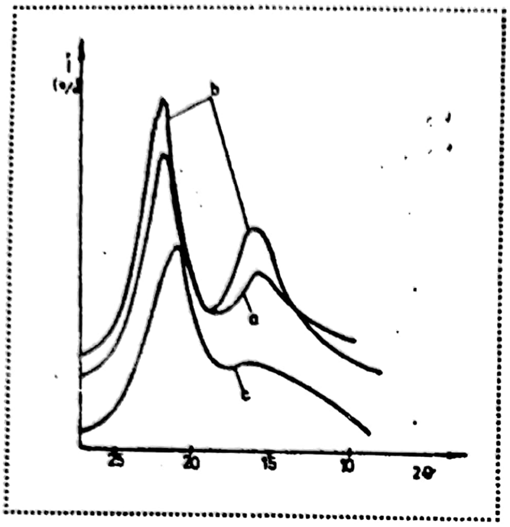
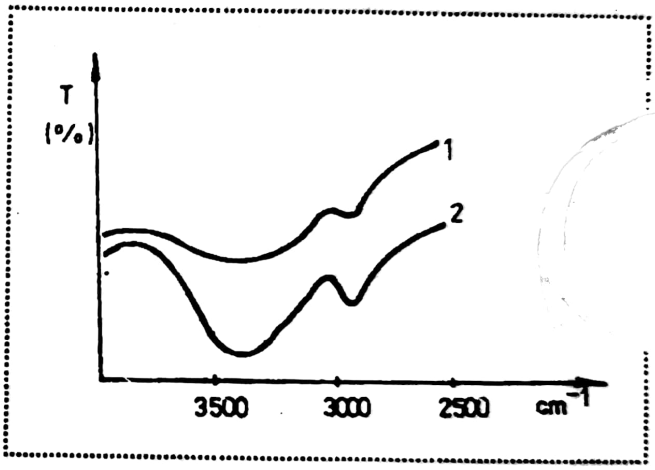


Fig. 7.48. Difractograme pentru bumbacul netratat (a), tratat cu amoniac lichid şi spălat cu apă caldă (b) şi tratat cu amoniac lichid şi supus evaporării (c).

Deplasările picurilor prin tratarea cu amoniac lichid şi evaporare semnificativă decristalizarea celulozei şi scăderea orientării lanţurilor macromoleculare. Prin spectroscopia în IR s-a semnalat slăbirea legăturilor de hidrogen în plaja 3600-3300 cm^{-1}, fig. 7.48 [53].

Fig. 7.49 Spectrele în infraroşu ale fibrelor celulozice tratate cu amoniac lichid (1) şi netratate (2).



Prin tratarea fibrelor de bumbac cu amoniac lichid se formează domenii subcristaline caracterizate prin lipsa ordonării puternice pe direcţia perpendiculară pe axa fibrei. Se măresc indicii: dimensiunea medie a microporilor, suprafaţa specifică internă, cifra de iod, hidroscopicitatea, capilaritatea, stabilitatea dimensională.

Amoniacul lichid transformă celuloza în stare plastifiată la temperaturi mai mici de - 40 °C. Amoniacul lichid pătrunde rapid în polimerul fibros şi solvatează grupele hidroxilice ale celulozei, formându-se legături de hidrogen de tipul

-O-H...N- sau HN-H...O-

Formarea complexului celuloză-amoniac are loc nu numai în zonele amorfe, dar şi în zonele ordonate. Dimensiunile transversale ale cristalelor scad de la 7,2 nm în celuloza I la 2,2 nm în celuloza III. Datorită expansiunii zonelor amorfe, gradul de cristalinitate scade de la 70,4 % la 49,5 % [54].

Acţiunea uniformă a amoniacului lichid în secţiunea fibrei de bumbac se explică prin gradul avansat de umplere, j, al porilor, (tab. 7.32).

$$j = 1 - P_a \cdot T_{solv}/T_o \cdot 1/(P_a + P_c + P_v)$$

în care: P_a - presiunea atmosferică ($1{,}0132 \cdot 10^5$ Pa); P_c - presiunea capilară a fluidului; P_a; P_v - presiunea vaporilor, P_a; T_o - temperatura materialului textil, °K; T_{solv} - temperatura amoniacului lichid, °K [55], cu:

$$P_c = 2\sigma \cdot \cos\theta/d, \; T_{solv} < T_o$$

$$P_v = P_o \cdot \exp\,(-2\sigma \cdot V_m/d \cdot R \cdot T_{solv})$$

şi σ - tensiunea superficială; N/m; θ - unghiul de contact, °; d - diametrul capilarei, m; P_o - presiunea vaporilor saturaţi, Pa; R - constanta universală a gazelor; j/mol; V_m - volumul molar al amoniacului ($2{,}497 \cdot 10^{-2}$ m^3/kmol).

Tabelul 7.32. *Gradul de umplere al porilor cu amoniac lichid.*

Diametrul porilor µm	Fără considerarea umflării	Cu considerarea umflării
0,001	0,999	0,999
0,01	0,988	0,994
0,1	0,878	0,938
0,2	0,756	0,876
0,4	0,512	0,751
0,6	0,269	0,627
0,8	0,226	0,503

Tensiunea superficială a amoniacului lichid este mai mică decât a apei şi depinde semnificativ de temperatură (tab. 7.33). Ca urmare, udarea materialelor poroase în amoniac lichid sau în soluţii amoniacale are loc de câteva ori mai repede decât în apă.

Tabelul 7.33. *Tensiunea superficială a amoniacului lichid.*

Temperatura, °C	-75,3	-69,0	-67,0	-58,3	-52	-39,4
$\sigma \cdot 10^{-3}$, N/m	43,45	42,26	41,71	39,65	38,18	35,38

Udarea intensivă a materialului textil este favorizată de viscozitatea mică a soluţiilor de amoniac lichid, tab. 7.34.

Tabelul 7.34. Influenţa temperaturii asupra viscozităţii dinamice a amoniacului lichid.

Temperatura, °C	-33,5	-26	-10	-4	5	10	15
$\eta \cdot 10^{-3}$, Pa • s	0,254	0,23	0,183	0,17	0,162	0,152	0,146

Capacitatea mare a amoniacului lichid de a solubiliza coloranţii şi substanţele chimice auxiliare se explică prin constanta dielectrică mică şi prin tendinţa de a forma legături de hidrogen structurate, deşi sunt mai puţine decât în mediu apos (tab.7.35).

Tabelul 7.35. Dependenţa de temperatură a constantei dielectrice.

Temperatura, °C	-60	-33	5	15	25	35
ε, F/m	26,7	23	18,94	17,82	16,9	16,26

Constanta dielectrică a solventului determină amploarea interacţiunilor interionice. Solubilităţile cele mai mari le au sărurile de amoniu şi sărurile metalelor alcaline (nitraţi, nitriţi, percloraţi, tiocianaţi, bromuri, ioduri). Sărurile care conţin anioni polivalenţi (sulfat, carbonat, fosfat) nu sunt solubile în amoniac lichid. În acest caz energia de solvatare este mult mai mică decât energia de cristalizare a sării. Substanţele cu caracter acid (acizii, alcoolii) se solubilizează bine în amoniac lichid. Moleculele organice cu un moment de dipol mare sau care sunt uşor polarizabile au o solubilitate mare în amoniac lichid (coloranţii direcţi, reactivi, acizi). Solubilitatea coloranţilor poate fi mărită prin introducerea unor substanţe de umplere care conţin în structură grupe carboxilice, hidroxilice, aminice etc. Grupele funcţionale, donoare de protoni, determină solvatarea specifică, iar grupele de atomi cu tendinţă de polarizare determină solvatarea universală, astfel că în spectrele de absorbţie în domeniul vizibil se constată deplasarea batocromă. De exemplu, în cazul coloranţilor de dispersie cu un singur cromofor, solvatarea universală este mai puţin importantă decât solvatarea specifică. Efectul batocrom poate fi dedus din deplasările spectrale ale colorantului de cercetat faţă de ale unui colorant standard, utilizându-se ca mediu de dizolvare amoniacul lichid şi dioxanul.

$$\Delta\Delta\lambda = \Delta\lambda_{NH3} - \Delta\lambda_{dioxan}$$

în care:

$$\Delta\lambda_i = \lambda_{max1} - \lambda_{max\ standard}$$

Drept substanţă etalon se alege un colorant cu un număr mic de gru funcţionale pe scheletul cromoforului sau un colorant cu substituienţi simetrici.

Tabelul 7.34. Influența temperaturii asupra viscozității dinamice a amoniacului lichid

Temperatura, °C	-33,5	-26	-10	-4	5	10	15
$\eta \cdot 10^{-3}$, Pa · s	0,254	0,23	0,183	0,17	0,162	0,152	0,14

Capacitatea mare a amoniacului lichid de a solubiliza coloranții și subs
chimice auxiliare se explică prin constanta dielectrică mică și prin tendința de
legături de hidrogen structurate, deși sunt mai puține decât în mediu apos (tab

Tabelul 7.35. Dependența de temperatură a constantei

Temperatura, °C	-60	-33	5	15	25
ε, F/m	26,7	23	18,94	17,82	16,9

Constanta dielectrică a solventului determină amploarea interacțiunilor interionice. Solubilitățile cele mai mari le au sărurile de amoniu și sărurile metalelor alcaline (nitrați, nitriți, perclorați, tiocianați, bromuri, ioduri). Sărurile care conțin anioni polivalenți (sulfat, carbonat, fosfat) nu sunt solubile în amoniac lichid. În acest caz energia de solvatare este mult mai mică decât energia de cristalizare a sării. Substanțele cu caracter acid (acizii, alcoolii) se solubilizează bine în amoniac lichid. Moleculele organice cu un moment de dipol mare sau care sunt ușor polarizabile au o solubilitate mare în amoniac lichid (coloranții direcți, reactivi, acizi). Solubilitatea coloranților poate fi mărită prin introducerea unor substanțe de umplere care conțin în structură grupe carboxilice, hidroxilice, aminice etc. Grupele funcționale, donoare de protoni, determină solvatarea specifică, iar grupele de atomi cu tendință de polarizare determină solvatarea universală, astfel că în spectrele de absorbție în domeniul vizibil se constată deplasarea batocromă. De exemplu, în cazul coloranților de dispersie cu un singur cromofor, solvatarea universală este mai puțin importantă decât solvatarea specifică. Efectul batocrom poate fi dedus din deplasările spectrale ale colorantului de cercetat față de ale unui colorant standard, utilizându-se ca mediu de dizolvare amoniacul lichid și dioxanul.

$$\Delta\Delta\lambda = \Delta\lambda_{NH3} - \Delta\lambda_{dioxan}$$

în care:

$$\Delta\lambda_i = \lambda_{max1} - \lambda_{max\ standard}$$

Drept substanță etalon se alege un colorant cu un număr mic de grupe funcționale pe scheletul cromoforului sau un colorant cu substituienți simetrici.

Din mediu de amoniac lichid se pot aplica toate clasele tehnologice de coloranţi pe diverse suporturi textile, mai puţin pe lână şi pe acetat secundar. Pentru aplicare în procedeul RAM, se propune impregnarea cu soluţia amoniacală a colorantului prin utilizarea aburului supraîncălzit cu temperatura de 150-170 °C (fig. 7.50) [56].

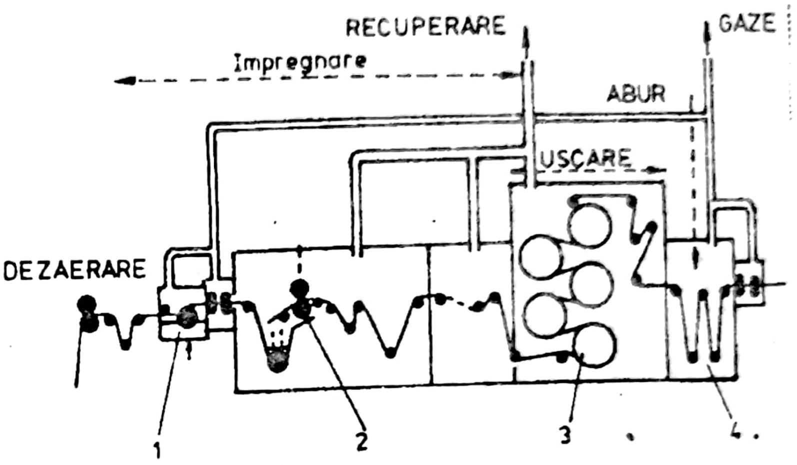


Fig. 7.50. Schema de principiu al unui agregat de tratare a ţesăturilor de bumbac cu amoniac lichid.
1, 2 - cilindri de stoarcere,
3 - cilindri de uscare,
4 - zona de aburire cu vapori supraîncălziţi.

În funcţie de structura ţesăturii, amoniacul lichid poate fi aplicat fie prin contactul cu un cilindru imersat parţial, fie prin impregnare şi stoarcere. Rezultate bune în vopsirea materialelor textile se obţin prin aplicarea etapelor succesive: fulardare, spălare apă fierbinte, uscare, vopsire cu coloranţi cuvosoli prin vacuumare [57].

În cazul aplicării coloranţilor de cadă pe ţesături mixte bumbac-poliester, după impregnare, se propune utilizarea radiaţiilor infraroşii pentru înlăturarea amoniacului şi pentru fixarea colorantului în componenta sintetică. Vopsirea componentei celulozice presupune impregnarea cu soluţie alcalino-reducătoare şi aburire [58]. Urmează apoi etapele obişnuite: oxidare, spălare, săpunire, spălare. De asemenea, pentru vopsirea amestecului se utilizează numai coloranţi de dispersie, obţinându-se o distribuţie uniformă între componente şi vopsiri rezistente la tratamente umede şi frecare [59]. Conform fig. 7.51. repartiţia colorantului într-un raport ce corespunde compoziţiei fibroase se obţine prin introducerea în flota de impregnare a cosolvenţilor (etilenglicol) şi a substanţelor ajutătoare (izoamilacetat). Etilenglicolul se amestecă cu amoniacul lichid şi solubilizează colorantul de dispersie la temperatură înaltă. Dacă termofixarea se efectuează în lipsa etilenglicolului (fig. 7.51, a) atunci 50-70 % din colorant trece de pe bumbac în poliester, iar după spălare de pe bumbac se îndepărtează 50-30 % din cantitatea de colorant reţinută. În prezenţa etilenglicolului scade cantitatea de colorant redistribuită la termofixare (fig. 7.51, b). După spălare, etilenglicolul se îndepărtează din sistem, iar colorantul în forma insolubilă este reţinut în porii fibrei celulozice prin forţe fizice de interacţiune. Prin introducerea în flota de impregnare a izoamilacetatului creşte gradul de fixare al colorantului de dispersie pe componenta celulozică de la 80-82 % la 90-93 % obţinîndu-se distribuţia uniformă chiar şi în zonele cu împachetare avansată a lanţurilor macromoleculare (fig. 7.51, c). Se asigură rezultate optime la concentraţii de 50 g/l etilenglicol şi 30 g/l izoamilacetat. Pentru aplicarea din mediu de amoniac lichid se recomandă coloranţi cu masă moleculară mare şi cu solubilitate minimă în apă. Procedeul cuprinde etapele: fulardare, uscare (85 °C), termofixare (200 °C, 1 minut), tratamentul alcalino-reducător de curăţire, spălare.

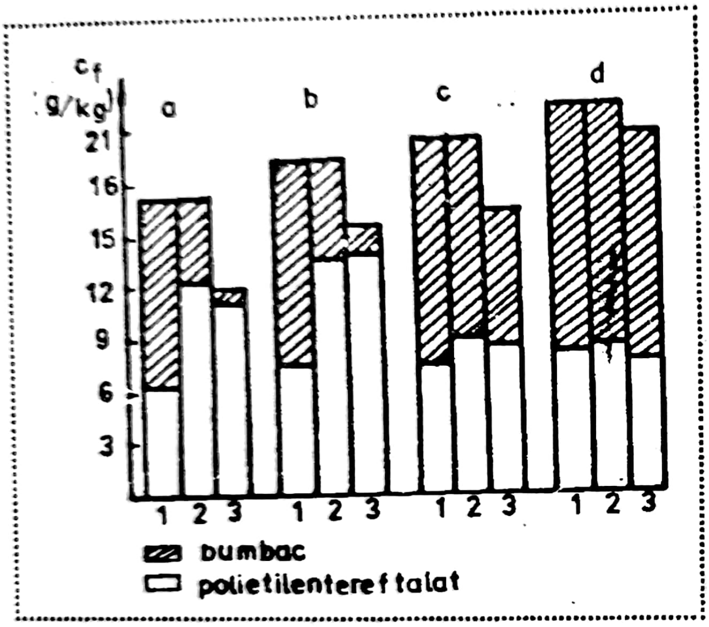


Fig. 7.51. Diagrame de distribuţie ale colorantului Violet de dispersie K între bumbac şi PET după: uscare (1), termosolare (2), şi spălare (3).
a. Vopsirea în mediu de amoniac lichid;
b. idem a, în prezenţa izoamilacetatului;
c. idem a, în prezenţa etilenglicolului;
d. cu etilenglicol şi izoamilacetat în amoniac lichid.

Dacă conţinutul de celuloză din amestec este mare se recomandă introducerea în flota de impregnare a precondensatelor termoreactive, putându-se fixa colorantul de dispersie prin legături covalente. Tehnologia cu o singură fulardare în procedeul comasat de vopsire şi neşifonabilizare cuprinde: fulardarea cu compoziţiile prezentate în tab. 7.36, uscarea (85 °C, 2-3 min.), termofixarea (190 °C, 1 min), tratarea alcalino-reducătoare, spălarea. Efectul de neşifonabilizare depinde de structura chimică a precondensatului de neşifonabilizare şi de natura catalizatorului (tab. 7.37 şi 7.38) [60].

Tabelul 7.36. Compoziţii de vopsire-neşifonabilizare din mediu de amoniac lichid.

Component	Concentraţia, g/l, pentru amestecul bumbac-polioetilentereft		
	33/67	50/50	67
Colorant de dispersie	2-5	2-5	2-
Etilenglicol	10-30	10-30	10-30
DEU	40-50	50	60-75
Clorură de amoniu	0,5-1	0,5-1	1-1,5

fixare al colorantului de dispersie pe componenta celulozică de la 80-82 % la 90-93 % obținându-se distribuția uniformă chiar și în zonele cu împachetare avansată a lanțurilor macromoleculare (fig. 7.51, c). Se asigură rezultate optime la concentrații de 50 g/l etilenglicol și 30 g/l izoamilacetat. Pentru aplicarea din mediu de amoniac lichid se recomandă coloranți cu masă moleculară mare și cu solubilitate minimă în apă. Procedeul cuprinde etapele: fulardare, uscare (85 °C), termofixare (200 °C, 1 minut), tratamentul alcalino-reducător de curățire, spălare.

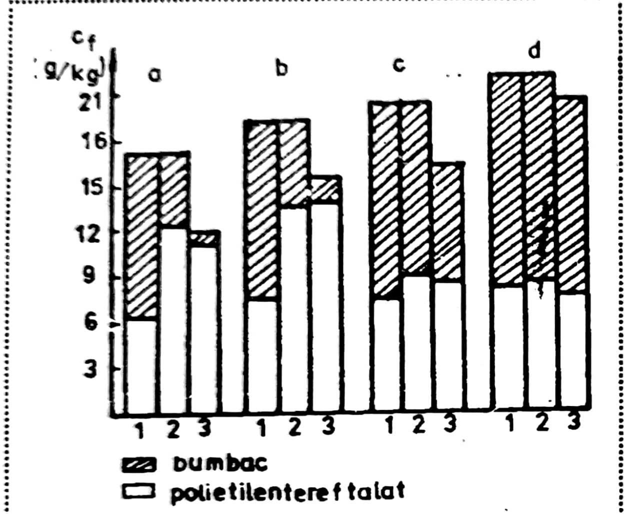


Fig. 7.51. Diagrame de distribuție ale colorantului Violet de dispersie K între bumbac și PET după: uscare (1), termosolare (2), și spălare (3).
a. Vopsirea în mediu de amoni
b. idem a, în prezența izoamil
c. idem a, în prezența etileng
d. cu etilenglicol și izoamil amoniac lichid.

Dacă conținutul de celuloză a amestec este mare se recomandă introducerea în flota de impregnare a precondensatelor termoreactive, putându-se fixa colorantul de dispersie prin legături covalente. Tehnologia cu o singură fulardare în procedeul comasat de vopsire și neșifonabilizare cuprinde: fulardarea cu compozițiile prezentate în tab. 7.36, uscarea (85 °C, 2-3 min.), termofixarea (190 °C, 1 min), tratarea alcalino-reducătoare, spălarea. Efectul de neșifonabilizare depinde de structura chimică a precondensatului de neșifonabilizare și de natura catalizatorului (tab. 7.37 și 7.38) [60].

Tabelul 7.36. *Compoziții de vopsire-neșifonabilizare din mediu de amoniac lichid.*

Component	Concentrația, g/l, pentru amestecul bumbac-polioetilentereftalat		
	33/67	50/50	67/33
Colorant de dispersie	2-5	2-5	2-5
Etilenglicol	10-30	10-30	10-30
DEU	40-50	50	60-75
Clorură de amoniu	0,5-1	0,5-1	1-1,5

Tabelul 7.37. ***Rezultatele finisării de neşifonabilizare***

Varianta	Unghiul de revenire din şifonare α_{U+B}, °	Modificarea rezistenţei la rupere, %, în:		Factorul de eficacitate al finisării
		urzeală	bătătură	
Clorura de aluminiu (5 g/l)				
I*	238	36,9	26,1	3,37
II**	236	66,7	61,9	1,29
Azotat de aluminiu (5 g/l)				
I	246	42,9	36,6	2,63
II	246	48,7	61,1	1,57
Azotat de zinc (5 g/l)				
I	245	40	33,3	2,85
II	257	45	61,4	1,57
Clorură de magneziu (10 g/l), fosfat monosodic (10 g/l)				
I	250	30,4	28,9	2,94
II	261	45,7	55,4	1,73

* - finisarea din mediu de amoniac lichid; ** - finisarea din mediu apos.

În mediu de amoniac lichid are loc deshidratarea precondensatului care trece într-o formă activată, crescând astfel gradul de fixare de 1,7-2,2 ori. Deoarece precondensatul se distribuie uniform în secţiunea fibrei se obţine: creşterea unghiului de revenire din şifonare cu 80-110°, diminuarea pierderilor din rezistenţă cu 18-30 %, creşterea intensităţii vopsirii de 2,5-4 ori, îmbunătăţirea rezistenţelor vopsirilor la săpunire şi la frecare (uscată şi umedă) cu 0,5-1 puncte, reducerea concentraţiei precondensatului de 1,5-2 ori, diminuarea pierderilor masice prin frecare cu 10-30 %.

***Tabelul 7.38.** Influenţa sistemului de neşifonabilizare asupra coeficientului de difuzie.*

Precondensatul	Catalizatorul şi concentraţia (g/l)	D, cm^2/s Mediul de aplicare	
		Apă	Amoniac lichid
DHMU	Azotat de zinc 5	$1{,}56 \cdot 10^{-6}$	$2{,}72 \cdot 10^{-5}$
	Clorură de amoniu 2	$1{,}87 \cdot 10^{-6}$	$1{,}41 \cdot 10^{-5}$
DHMEU	Azotat de zinc 5	$1{,}19 \cdot 10^{-6}$	$1{,}07 \cdot 10^{-5}$
	Clorură de amoniu 2	$1{,}83 \cdot 10^{-6}$	$1{,}92 \cdot 10^{-5}$

Tabelul 7.39. *Indici de calitate prin tratare în amoniac lichid (I) şi în apă (II).*

Indicele		Varianta			
		I		II	
		a*	b**	a	b
Unghiul de revenire din şifonare, α_{U+B}, °, în stare:	- uscată	167	250	178	250
	- umedă	159	280	164	260
Alungirea, %, în:	- urzeală	3,7	0-1,5	3,1	2,7
	- bătătură	-3	0	2,5	1,8
Modificarea rezistenţei la rupere, %, în:	- urzeală	100	82	100	67
	-bătătură	100	72	100	55
Rezistenţa la frecare, nr. cicluri		1233	1146	1311	524
Higroscopicitatea, %		6,9	11,9	7,3	8,5
Capilaritatea, mm/h		118	136	122	119
Permeabilitatea la aer, dm^3/m^2s		216	185	197	188
Sorbţia de umiditate, %		77	95	86	60,1
Rigiditatea, mkN/cm^2, în	- urzeală	3580	3890	3620	4850
	- bătătură	1570	2000	1980	2460
Reţeta de impregnare (g/l)					
DMU		-	100	-	200
Azotat de zinc		-	5	-	10
Emulsie PE			-		5
Uree			-		5

* a - iniţial; ** b - final

S-au comparat anumite metode de îndepărtare a amoniacului lichid din ţesătură. Prin aburire, îndepărtarea totală se realizează în 8-25 s, iar prin utilizarea aerului cald durata este de 64-110 s. Cu toate că viteza de interacţiune a precondensatului cu celuloza creşte de patru ori în cazul aburirii şi numai de trei ori în cazul utilizării aerului cald, regenerarea amoniacului se face mult mai uşor în ultimul caz. În acest scop se propune utilizarea aerului de 160 °C timp de 3 minute (tab. 7.39) [61]. Pentru atingerea aceluiaşi efect de neşifonabilizare ca în varianta clasică, prin utilizarea amoniacului lichid întregul proces se reduce de două ori şi consumul de substanţe chimice se poate micşora de 1,5-2 ori. Rezultatele tehnologice se explică prin faptul că conţinutul de celuloză I este de 14,3 % în cazul utilizării aerului cald pentru îndepărtarea amoniacului şi de 89,3 % în cazul utilizării aburului supraîncălzit. Deoarece utilizarea amoniacului lichid ridică probleme tehnice, mai ales în construcţia utilajului, în ultimul timp se încearcă utilizarea soluţiilor apoase cu 25 % amoniac. De exemplu, prin aplicarea tehnologiei: impregnare (durata 10-15 s, temperatura 18-25 °C), fulardarea cu soluţia de vopsire (colorant reactiv 2-30 g/l, azotat de sodiu 15-25 g/l), termofixare (225-250 °C, 60-90 s), spălare, uscare se obţine un grad de fixare de 95-96 %, cu 15-20 % mai mare decât în tehnologia clasică.

În sistem se pot desfăşura reacţiile [61]:

$$\mathrm{Col\text{-}NH_2 + Cl\text{-}Col \rightarrow Col\text{-}NH\text{-}Col}$$
$$\mathrm{Col\text{-}OH + Cl\text{-}Col\text{-}OH + Cel\text{-}OH \rightarrow Col\text{-}NH\text{-}Col\text{-}O\text{-}Cel}$$
$$\mathrm{Col\text{-}NH_2 + Cl\text{-}Col\text{-}Cl + Cel\text{-}OH \rightarrow Col\text{-}NH\text{-}Col\text{-}O\text{-}Cel}$$
$$\mathrm{Col\text{-}Cl + H_2N\text{-}Col + Cel\text{-}OH \rightarrow Col\text{-}NH\text{-}Col\text{-}O\text{-}Cel}$$

Un interes deosebit prezintă vopsirea polietilentereftalatului în mediu de bioxid de carbon [62, 63]. Problema tehnică constă în construirea unor autoclase care să reziste la presiune ridicată. Până în prezent s-a testat comportarea lânii în mediu de bioxid de carbon lichid, constatându-se degradări [64].

În acest sens cercetările continuă.

CAPITOLUL 8

METODE SPECIALE DE DEPUNERE A SUBSTANŢELOR DE FINISARE PE MATERIALELE TEXTILE

8.1. Vopsirea materialelor textile prin depunerea coloranţilor praf

Procedeul de vopsire prin depunerea particulelor de coloranţi pe materiale textile se caracterizează printr-un consum minim de apă şi este de perspectivă. Până în prezent nu şi-a găsit o largă utilizare industrială. Procedeul este cunoscut în trei variante:

1 - depunerea pe materialul textil a colorantului praf şi fixarea în fibră prin intermediul substanţelor ajutătoare lichide;

2 - depunerea pe materialul textil a substanţelor ajutătoare lichide şi apoi a colorantului praf;

3 - depunerea particulelor de colorant pe materialul uscat şi fixarea în fibră prin aburire sau cu aer cald şi îndepărtarea colorantului nefixat prin aspirare sau spălare.

În primele două variante, în fibră se amestecă faza lichidă cu cea solidă, care formează sistemul de vopsire. Fixarea are loc, de exemplu, prin aburire. Variantele sunt indicate pentru vopsirea materialelor textile sub diferite forme de prezentare (ţesături, tricotaje, fire, cabluri) şi cu compoziţii diferite. De perspectivă este vopsirea materialelor textile cu structură deformabilă (covoare, blănuri, catifele, tricoturi, pluşuri) pentru care procedeele clasice pe cale umedă nu sunt adecvate deoarece se înrăutăţesc indicii de calitate.

Pentru vopsirea materialelor textile pluşate din fibre naturale şi sintetice sunt cunoscute instalaţiile şi compoziţiile germane [1]. Pentru aplicare se utilizează colorant nehidroscopic, pur sau în amestec cu substanțe de umplere pulverulente (talc, sulfat de sodiu, sulfat de bariu, carbonat de calciu, oxid de zinc, oxid de titan, acid silicic, uree, zaharuri, uree etc). Raportul masic colorant-substanțe de umplere este cuprins între 1:9 şi 1:1, optimul fiind de 1:4. Compoziția se depune pe materialul textil cu ajutorul şabloanelor şi racletelor, periilor sau duzelor. Se depune aproximativ 100-150 mg/g fibră.

Conform fig. 8.1., mişcarea vibratorie uşurează pătrunderea particulelor solide în interiorul materialului pluşat. Pe instalația de imprimare, materialul textil transportat cu o bandă este imprimat şi apoi trece în zona de încălzire cu microunde. După fixarea colorantului materialul textil este dirijat într-o instalație pentru îndepărtarea colorantului nefixat şi a substanțelor de umplere.

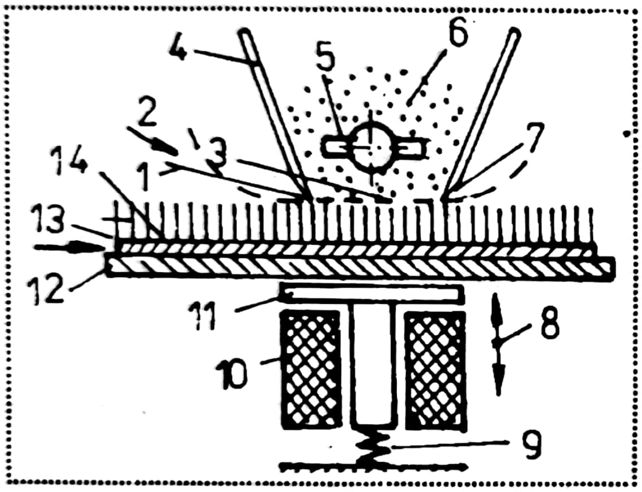


Fig. 8.1. Instalație de imprimare cu particule de colorant.
1. sita şablonului cilindric; 2. direcția de rotire a şablonului; 3. perforații în şablon; 4. jgheab pentru colorant; 5. vibrator; 6. colorantul praf; 7. raclu; 8. direcția de vibrare; 9. arc; 10. electromagnet; 11. placă vibratoa
12. banda transportoare; 13. direc
deplasare a materialului textil;
14. materialul textil.

O instalație specială pentru depunerea coloranților praf este prezentată fig. 8.2. În interiorul cilindrului perforat este poziționat un sistem prevăzut cu o perie cilindrică care distribuie uniform colorantul pe materialul textil şi care recirculă excesul în jgheabul cu fantă.

Cu ajutorul cilindrului profilat situat sub banda transportoare se asigură vibrarea materialului textil ceea ce permite particulelor de colorant să pătrundă în profunzimea pluşului. Într-o altă variantă constructivă (fig. 8.3.), între cilindrul inferior cu rol de anod şi rezervorul de colorant se creează un cîmp electric care orientează pluşul, asigurându-se astfel pătrunderea colorantului.

După imprimare, materialul textil este încălzit timp de 60-120 s în mediu de abur saturat, aer cald sau cu microunde. Pentru materialele din fibre sintetice, ulterior, colorantul nefixat este înlăturat prin aspirare. În cazul utilizării coloranților solubili se efectuează spălarea.

Variantele propuse pentru vopsirea materialelor textile, față de procedeele tradiționale, prezintă următoarele avantaje:

nehidroscopic, pur sau în amestec cu substanţe de umplere pulverulente (talc, sulfat de sodiu, sulfat de bariu, carbonat de calciu, oxid de zinc, oxid de titan, acid silicic, uree, zaharuri, uree etc). Raportul masic colorant-substanţe de umplere este cuprins între 1:9 şi 1:1, optimul fiind de 1:4. Compoziţia se depune pe materialul textil cu ajutorul şabloanelor şi racletelor, periilor sau duzelor. Se depune aproximativ 100-150 mg/g fibră

Conform fig. 8.1., mişcarea vibratorie uşurează pătrunderea particulelor s
în interiorul materialului pluşat. Pe instalaţia de imprimare, materialul textil tran
cu o bandă este imprimat şi apoi trece în zona de încălzire cu microunde. Dup
colorantului materialul textil este dirijat într-o instalaţie pentru îndepărtarea col
nefixat şi a substanţelor de umplere.

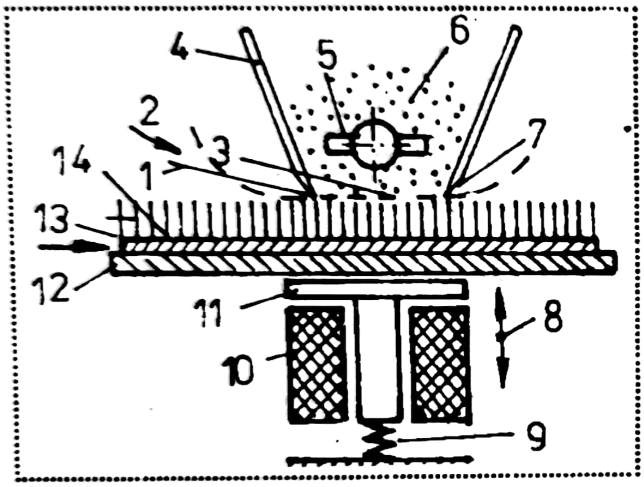


Fig. 8.1. Instalaţie de imprimare cu particule de colorant.
1. sita şablonului cilindric; 2. direcţia de rotire a şablonului; 3. perforaţii în şablon; 4. jgheab pentru colorant; 5. vibrator; 6. colorantul praf; 7. raclu; 8. direcţia de vibrare; 9. arc; 10. electromagnet; 11. placă vibratoare; 12. banda transportoare; 13. direcţia de deplasare a materialului textil; 14. materialul textil.

O instalaţie specială pentru depunerea coloranţilor praf este prezentată în fig. 8.2. În interiorul cilindrului perforat este poziţionat un sistem prevăzut cu o perie cilindrică care distribuie uniform colorantul pe materialul textil şi care recirculă excesul în jgheabul cu fantă.

Cu ajutorul cilindrului profilat situat sub banda transportoare se asigură vibrarea materialului textil ceea ce permite particulelor de colorant să pătrundă în profunzimea pluşului. Într-o altă variantă constructivă (fig. 8.3.), între cilindrul inferior cu rol de anod şi rezervorul de colorant se creează un cîmp electric care orientează pluşul, asigurându-se astfel pătrunderea colorantului.

După imprimare, materialul textil este încălzit timp de 60-120 s în mediu de abur saturat, aer cald sau cu microunde. Pentru materialele din fibre sintetice, ulterior, colorantul nefixat este înlăturat prin aspirare. În cazul utilizării coloranţilor solubili se efectuează spălarea.

Variantele propuse pentru vopsirea materialelor textile, faţă de procedeele tradiţionale, prezintă următoarele avantaje:

- se elimină aglutinanţii şi instalaţiile complexe;
- se simplifică sau se elimină spălarea;
- se reduce consumul de energie, eliminându-se uscarea după imprimare;
- se uşurează curăţirea şabloanelor, utilizându-se în acest scop aerul comprimat.

Totuşi, prin depunerea particulelor de colorant, datorită prăfuirii, se îngreunează condiţiile de lucru.

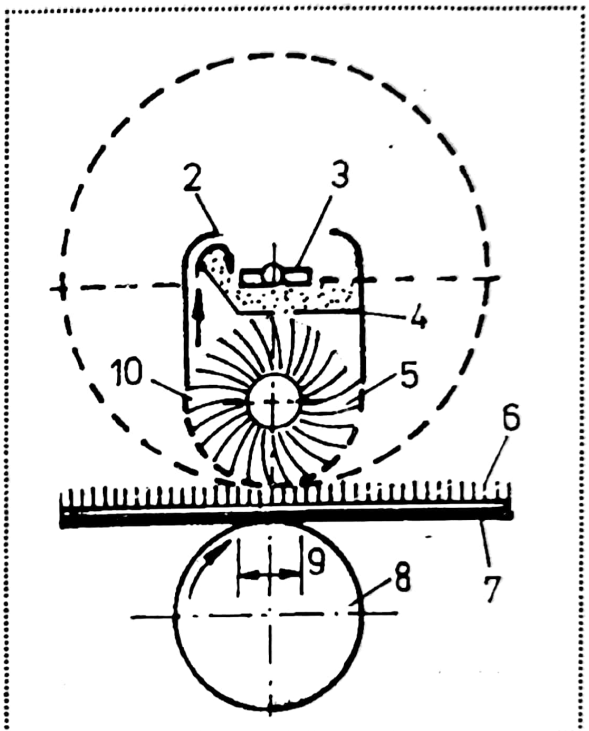


Fig. 8.2. Instalaţie pentru depunerea particulelor de colorant: 1 - şablon, 2 - sistem de dirijare, 3 - vibrator, 4 - jgheab, 5 - perie, 6 - material textil, 7 - bandă transportoare, 8 - cilindru, 9 - zonă de lucru, 10 - desfibrator.

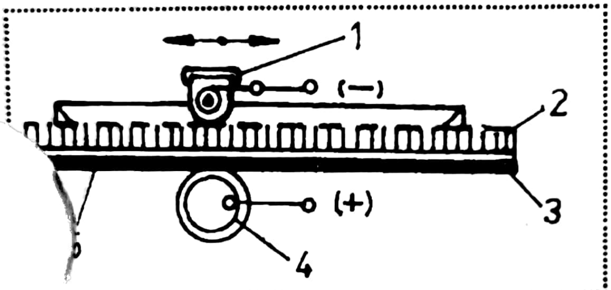


Fig. 8.3. Instalaţie de imprimare cu şabloane plane: 1 - rezervor cu vibrator; 2 - materialul textil; 3 - bandă transportoare; 4 - cilindru izolat electric; 5 - şablon plan.

8.2. Vopsirea din fază gazoasă

În procesul de fixare din fază gazoasă lipseşte mediul uzual de vopsire. Colorantul, adus sub formă de vapori, difuzează în materialele textile poroase caracterizate prin raza capilarelor şi lungimea de parcurs. La temperaturi înalte viteza de sublimare şi viteza de transfer sînt mai mici decît viteza de difuzie în fibră. Pentru un flux intens de colorant se indică o viteză mare de încălzire, deci o temperatură ridicată a sursei termice. Astfel, în timp, concentraţia colorantului în stare gazoasă se menţine constantă. Pentru transferul extern de colorant un interes deosebit prezintă fluxul molecular de colorant şi fluxul convectiv. În faza gazoasă colorantul este limitat de norul de solvatare. Pentru sublimarea colorantului este necesar un mare consum de energie pentru a învinge interacţiunile din cristale. Alături de căldura de sublimare se are în vedere presiunea vaporilor saturaţi ai colorantului care joacă acelaşi rol ca şi concentraţia colorantului din flotele de vopsire. Dacă concentraţia colorantului se poate modifica, în schimb, la o temperatură dată , presiunea vaporilor saturaţi este o constantă numai dacă se menţine presiunea externă la o valoare prescrisă şi depinde de proprietăţile fizico-chimice ale colorantului. Pentru o serie de coloranţi de dispersie, antrachinonici şi azoici, s-a stabilit că în domeniul de temperatură 180-220 °C nu are loc destrucţia termică. Coloranţii azoici se află în stare monomoleculară în intervalul de temperatură 160-250 °C, iar coloranţii antrachinonici au limită inferioară 180 °C [2]. Pentru o serie de coloranţi, în intervalul de temperatură 140-190 °C, s-a găsit echilibrul formelor monomolecular-polimolecular. Afinitatea coloranţilor şi efectul termic al vopsirii în stare gazoasă depinde de aceiaşi factori ca şi presiunea vaporilor şi căldura de sublimare (masa moleculară, capacitatea de interacţiune intermoleculară). De aceea căldurile de vopsire şi de sublimare cresc liniar cu mărirea energiei de interacţiune intermoleculară (fig. 8.4).

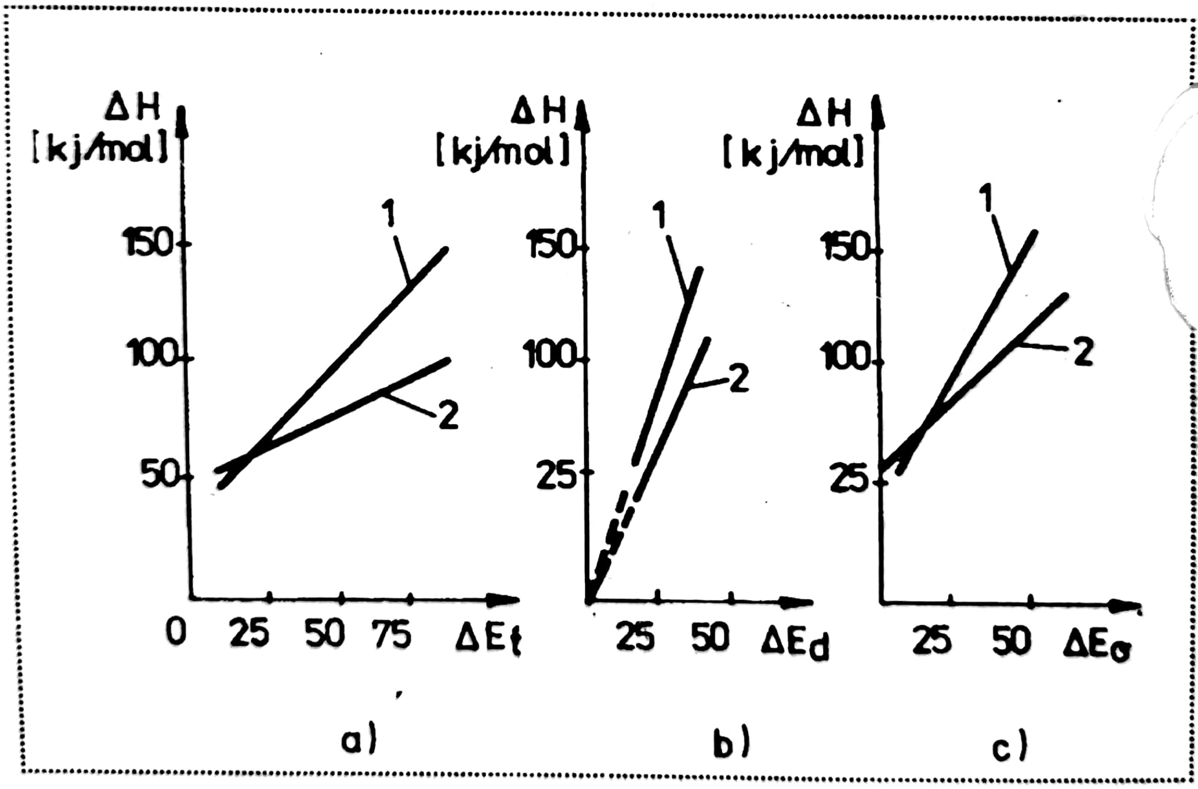


Fig. 8.4. Dependenţa căldurii de sublimare (1) a coloranţilor azoici şi a căldurii de vopsire (2) de energia totală a interacţiunilor intermoleculare (a), de energia de dispersie (b) şi de energia de orientare-inducţie (c).

În lipsa norului de solvatare se ating valori maxime pentru afinitatea faţă de fibră, cu mult mai mari decât în cazul vopsirii din soluţii apoase sau din solvenţi organici. De exemplu, pentru sistemul coloranţi antrachinonici-polietilentereftalat, la temperatura de 200 ° C afinitatea este de 43-54 kj/mol (16-20 kj/mol - în soluţie apoasă şi 0,7-6 kj/mol în PCE (tab. 8.1) [3-5].

Tabelul 8.1. *Afinitatea coloranţilor de dispersie antrachinonici (-Δμ, kj/mol) prin vopsirea din diferite medii.*

Derivatul antrachinonic	Mediul de vopsire (temperatura, °C)		
	Vapori de colorant (200)	Apă (120)	Percloretilenă (120)
1,4 diamino	50	16,6	5,1
1 amino, 4-hidroxi	43,2	20,1	2,1
1,4 diamino, 2-metoxi	54,2	-	5
1 amino, 2 hidroetil, 4 hidroxi	50,6	-	6,1
1 amino, 2 metoxi, 4 hidroxi	45,9	17,2	0,7

Prin urmare cantitatea de colorant absorbită de materialele poliesterice în mele de vopsire neapoase este de 5-10 ori mai mare decât cantitatea maximă de rant sorbită în vopsirea din mediu apos. În condiţiile de vopsire din fază gazoasă, iar şi în cazul imprimării prin transfer (fig. 8.5), este greu de realizat şi de menţinut concentraţia satisfăcătoare de colorant.

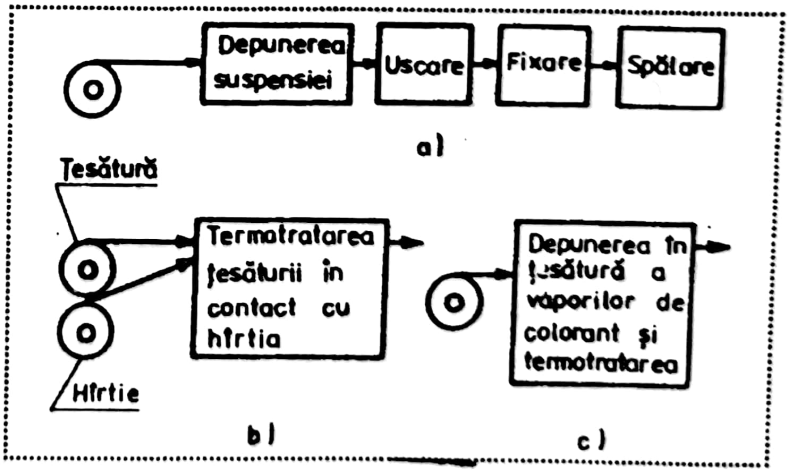

Depunerea suspensiei
Uscare
Fixare
Spălare
a)
Ţesătură
Termotratarea ţesăturii în contact cu hîrtia
Hîrtie
b)
Depunerea în ţesătură a vaporilor de colorant şi termotratarea
c)

Fig. 8.5. *Scheme tehnologice de vopsire cu coloranţi de dispersie a fibrelor sintetice. **a.** vopsire clasică; **b.** vopsire prin transfer; **c.** vopsire din fază gazoasă.*

La presiune atmosferică şi în lipsa unui flux dirijat de colorant către materialul textil, procesul se desfăşoară foarte încet [6]. Prin vacuumare (fig. 8.6), creşte rapid cantitatea de colorant fixată în fibră (presiunea reziduală 50-100 Pa). Şi mai eficace este acţiunea

În lipsa norului de solvatare se ating valori maxime pentru afinitatea față de fibră, cu mult mai mari decât în cazul vopsirii din soluții apoase sau din solvenți organici. De exemplu, pentru sistemul coloranți antrachinonici-polietilentereftalat, la temperatura de 200 ° C afinitatea este de 43-54 kj/mol (16-20 kj/mol - în soluție apoasă și 0,7-6 kj/mol în PCE (tab. 8.1) [3-5].

ul 8.1. *Afinitatea coloranților de dispersie antrachinonici (-Δμ, kj/mol) prin vopsirea din diferite medii.*

Derivatul antrachinonic	Mediul de vopsire (temperatura, °C)		
	Vapori de colorant (200)	Apă (120)	Percloretilenă (120)
1,4 diamino	50	16,6	5,1
1 amino, 4-hidroxi	43,2	20,1	2,1
1,4 diamino, 2-metoxi	54,2	-	5
1 amino, 2 hidroetil, 4 hidroxi	50,6	-	6,1
1 amino, 2 metoxi, 4 hidroxi	45,9	17,2	0,7

Prin urmare cantitatea de colorant absorbită de materialele poliesterice în sistemele de vopsire neapoase este de 5-10 ori mai mare decât cantitatea maximă de colorant sorbită în vopsirea din mediu apos. În condițiile de vopsire din fază gazoasă, chiar și în cazul imprimării prin transfer (fig. 8.5), este greu de realizat și de menținut concentrația satisfăcătoare de colorant.

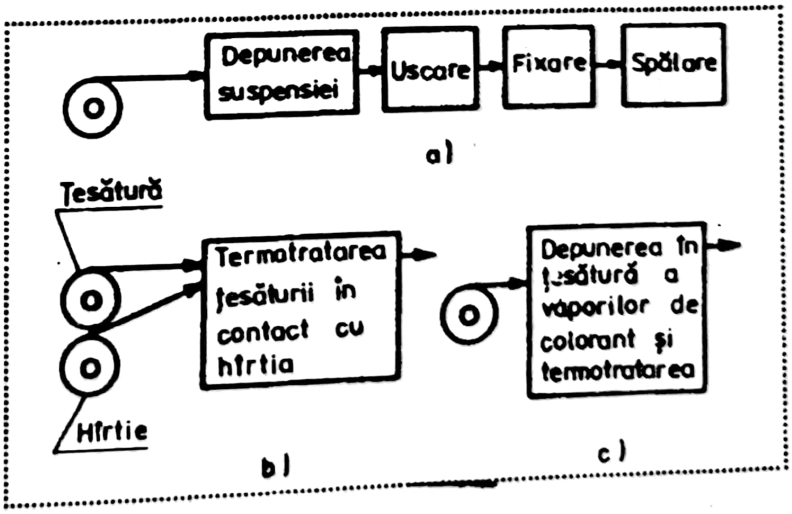

Depunerea suspensiei
Uscare
Fixare
Spălare
a)
Țesătură
Termotratarea țesăturii în contact cu hîrtia
Hîrtie
b)
Depunerea în țesătură a vaporilor de colorant și termotratarea
c)

Fig. 8.5. Scheme tehnologice de vopsire cu coloranți de dispersie a fibrelor sintetice. a. vopsire clasică; b. vopsire prin transfer; c. vopsire din fază gazoasă.

La presiune atmosferică și în lipsa unui flux dirijat de colorant către materialul textil, procesul se desfășoară foarte încet [6]. Prin vacuumare (fig. 8.6), crește rapid cantitatea de colorant fixată în fibră (presiunea reziduală 50-100 Pa). Și mai eficace este acțiunea câmpului electric (curba 1, fig. 8.6). Chiar la presiune atmosferică se poate asigura vopsirea rapidă a materialelor textile, deoarece transferul vaporilor de colorant către suprafaţa materialului textil nu este stadiul limită al procesului în prezenţa câmpului electric. În viitor se va pune un accent deosebit pe elucidarea aspectelor teoretice privind încărcarea vaporilor în câmp electric cât şi pe realizarea instalaţiilor industriale.

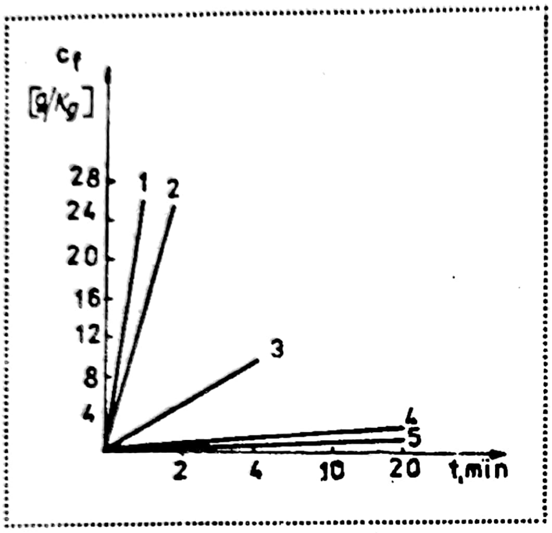


Fig. 8.6. Cinetica vopsirii din faza de vapori cu coloranţii de dispersie Roşu intens (1, 2) şi Albastru PE (3, 5)
1. în câmp electrostatic
2, 3 cu vacuumare
4, 5 la presiune atmosferică

8.3. Procedee de tratare cu volume mici de flotă

Accelerarea proceselor discontinue de finisare textilă în mediu apos se bazează pe creşterea vitezei de fixare la module mici cu un consum minim de energie. Scăderea modulului implică creşterea concentraţiei substanţei de finisare [7]:

$$c_s = c_f^{\infty}/H_m$$

în care: c_s - concentraţia din soluţie, g/l; c_f^{∞} - consumul de substanţă, g/kg; H_m - modulul flotei, l/kg.

Majoritatea proceselor de finisare pot fi descrise prin ecuaţia:

$$c_f(t) = c_0 \cdot f(D,t)$$

în care: $c_f(t)$ - cantitatea de substanţă sorbită la timpul t, g/kg; c_0 - concentraţia substanţei pe suprafaţa externă a fibrei, g/kg; D - coeficientul de difuzie, cm²/s; t - durata s.

Acumularea agenţilor de finisare pe suprafaţa exterioară a fibrei depinde de timp şi de concentraţia lor din flotă (fig. 8.7).

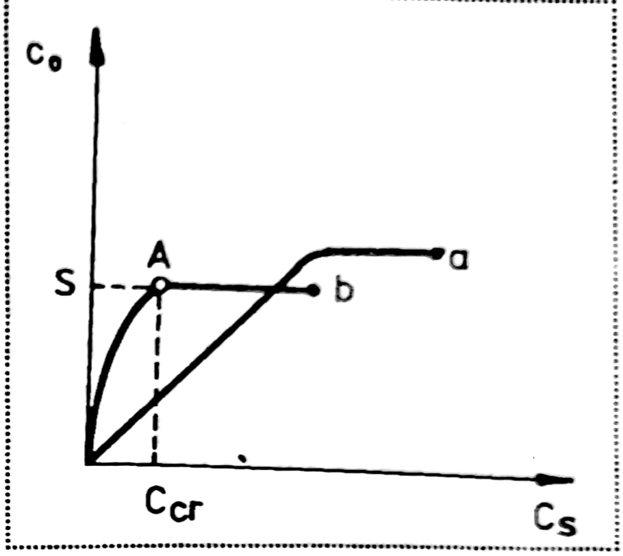


Fig. 8.7. Izoterme de sorbţie după ecuaţiile Nernst (a) şi Langmuir (b).
c_s - concentraţia în soluţie g/l;
c_o - concentraţia în stratul de suprafaţă (g/kg); c_{cr} - concentraţia critică la care se atinge saturarea fibrei (g/l); S - valoarea de saturaţie a fibrei (g/kg).

În cazul absorbţiei după ecuaţia Nernst, cu creşterea concentraţiei substanţei de finisare, deci cu scăderea modulului, are loc creşterea proporţională a concentraţiei din fibră. În cazul absorbţiei după ecuaţia Langmuir, chiar la creşteri mici ale concentraţiei din flotă se constată modificarea rapidă a concentraţiei de pe suprafaţa ibrei. Dacă concentraţia iniţială din flotă este mai mare decât valoarea critică, atunci concentraţia substanţei la suprafaţa fibrei se păstrează constantă un timp determinat. La module mici procesul are loc numai dacă $c_s > c_{cr}$, ceea ce semnifică că până la atingerea stării de echilibru sorbţia prezintă valoare maximă. La modul mic, în cazul vopsirii emelor multicomponente cu coloranţi de dispersie, creşte gradul de fixare [8]:

$$GF = 100 \cdot K/(H_m + K)$$

care: GF - gradul de fixare, %; H_m - modulul; K - coeficientul de distribuţie al colorantului între fibră şi flotă, la echilibru.

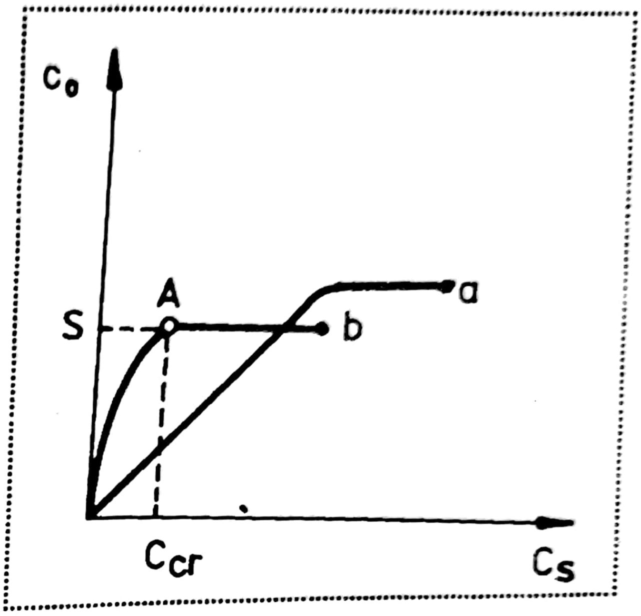
Sorbţia momentană de colorant este dată de ecuaţia:

$$\mu = \lambda/(\lambda + 1) \cdot R^2/D_{ef}(1/8 + 1/2 \cdot B_i)$$

în care: $\lambda = V_s/k_H \cdot V_f$; $D_{ef} = D_o/k_H$; $B_i = D_s \cdot R/D_o \cdot \delta$; $\lambda/\lambda + 1 = 1 - E$;
şi: V_s - volumul flotei de vopsire; k_H - coeficientul de sorbţie Henry; V_f - volumul materialului de vopsit; D_o - coeficientul de difuzie al colorantului în soluţia ce umple porii fibrei; D_s - coeficientul de difuzie al colorantului în soluţie; R - raza fibrei; B_i - criteriul Biot; δ - grosimea stratului de difuzie din apropierea suprafeţei fibrei; λ - coeficient; E - epuizarea la echilibru; D_{ef} - coeficientul efectiv de difuzie.

Acumularea agenţilor de finisare pe suprafaţa exterioară a fibrei depinde de timp şi de concentraţia lor din flotă (fig. 8.7).

Fig. 8.7. Izoterme de sorbţie după ecuaţiile Nernst (a) şi Langmuir (b).
c_s - concentraţia în soluţie g/l;
c_o - concentraţia în stratul de suprafaţă (g/kg); c_{cr} - concentraţia critică la care se atinge saturarea fibrei (g/l); S - valoarea de saturaţie a fibrei (g/kg).



În cazul absorbţiei după ecuaţia Nernst, cu creşterea concentraţiei substanţei de finisare, deci cu scăderea modulului, are loc creşterea proporţională a concentraţiei din fibră. În cazul absorbţiei după ecuaţia Langmuir, chiar la creşteri mici ale concentraţiei din flotă se constată modificarea rapidă a concentraţiei de pe suprafaţa fibrei. Dacă concentraţia iniţială din flotă este mai mare decât valoarea critică, atunci concentraţia substanţei la suprafaţa fibrei se păstrează constantă un timp determinat. La module mici procesul are loc numai dacă $c_s > c_{cr}$, ceea ce semnifică că până la atingerea stării de echilibru sorbţia prezintă valoare maximă. La modul mic, în cazul vopsirii sistemelor multicomponente cu coloranţi de dispersie, creşte gradul de fixare [8]:

$$GF = 100 \cdot K/(H_m + K)$$

e: GF - gradul de fixare, %; H_m - modulul; K - coeficientul de distribuţie al olorantului între fibră şi flotă, la echilibru.

Sorbţia momentană de colorant este dată de ecuaţia:

$$\mu = \lambda/(\lambda + 1) \cdot R^2/D_{ef}(1/8 + 1/2 \cdot B_i)$$

în care: $\lambda = V_s/k_H \cdot V_f$; $D_{ef} = D_o/k_H$; $B_i = D_s \cdot R/D_o \cdot \delta$; $\lambda/\lambda + 1 = 1 - E$; şi: V_s - volumul flotei de vopsire; k_H - coeficientul de sorbţie Henry; V_f - volumul materialului de vopsit; D_o - coeficientul de difuzie al colorantului în soluţia ce umple porii fibrei; D_s - coeficientul de difuzie al colorantului în soluţie; R - raza fibrei; B_i - criteriul Biot; δ - grosimea stratului de difuzie din apropierea suprafeţei fibrei; λ - coeficient; E - epuizarea la echilibru; D_{ef} - coeficientul efectiv de difuzie.

Acumularea agenţilor de finisare pe suprafaţa exterioară a fibrei depinde de timp şi de concentraţia lor din flotă (fig. 8.7).

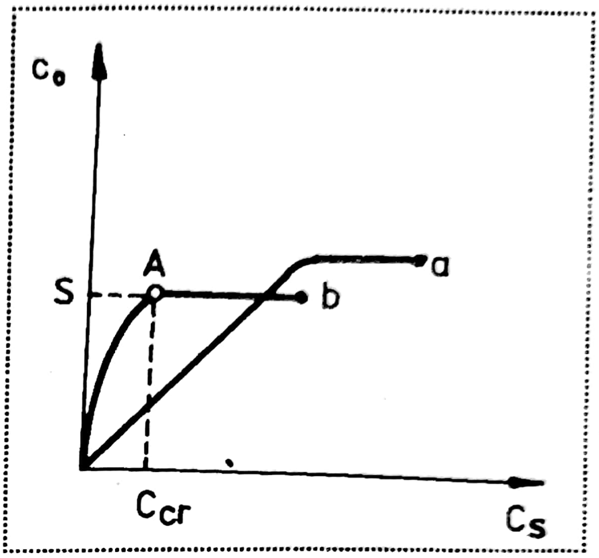


Fig. 8.7. Izoterme de sorbţie după ecuaţiile Nernst (a) şi Langmuir (b).
c_s - concentraţia în soluţie g/l;
c_o - concentraţia în stratul de suprafaţă (g/kg); c_{cr} - concentraţia critică la care se atinge saturarea fibrei (g/l); S - valoarea de saturaţie a fibrei (g/kg).

[illegible] zul absorbţiei după ecuaţia Nernst, [illegible] rea concentraţiei substanţei de [illegible] eci cu scăderea modulului, are loc [illegible] a proporţională a concentraţiei din [illegible] oră. În cazul absorbţiei după ecuaţia Langmuir, chiar la creşteri mici ale concentraţiei din flotă se constată modificarea rapidă a concentraţiei de pe suprafaţa fibrei. Dacă concentraţia iniţială din flotă este mai mare decât valoarea critică, atunci concentraţia substanţei la suprafaţa fibrei se păstrează constantă un timp determinat. La module mici procesul are loc numai dacă $c_s > c_{cr}$, ceea ce semnifică că până la atingerea stării de echilibru sorbţia prezintă valoare maximă. La modul mic, în cazul vopsirii sistemelor multicomponente cu coloranţi de dispersie, creşte gradul de fixare [8]:

$$GF = 100 \cdot K/(H_m + K)$$

în care: GF - gradul de fixare, %; H_m - modulul; K - coeficientul de distribuţie al colorantului între fibră şi flotă, la echilibru.

Sorbţia momentană de colorant este dată de ecuaţia:

$$\mu = \lambda/(\lambda + 1) \cdot R^2/D_{ef}(1/8 + 1/2 \cdot B_i)$$

în care: $\lambda = V_s/k_H \cdot V_f$; $D_{ef} = D_o/k_H$; $B_i = D_s \cdot R/D_o \cdot \delta$; $\lambda/\lambda + 1 = 1 - E$;
şi: V_s - volumul flotei de vopsire; k_H - coeficientul de sorbţie Henry; V_f - volumul materialului de vopsit; D_o - coeficientul de difuzie al colorantului în soluţia ce umple porii fibrei; D_s - coeficientul de difuzie al colorantului în soluţie; R - raza fibrei; B_i - criteriul Biot; δ - grosimea stratului de difuzie din apropierea suprafeţei fibrei; λ - coeficient; E - epuizarea la echilibru; D_{ef} - coeficientul efectiv de difuzie.

Conform ecuaţiei precedente se poate trage concluzia că prin mărirea coeficientului de difuzie (D_{ef}) şi a coeficientului de transfer de masă din soluţie către suprafaţa fibrei (criteriul Biot) se obţine creşterea vitezei globale a procesului.

În cazul aplicării coloranţilor reactivi s-a arătat că prin creşterea modulului se poate mări considerabil eficacitatea proceselor de difuzie şi a proceselor de fixare covalentă:

$$f(\infty) = 1/(1 \cdot A_0 + 1)$$

în care: f(∞) - mărimea relativă a cantităţii maxime de colorant ce participă în relaţie cu fibra; A - constanta determinată de raportul coeficienţilor de difuzie din soluţie (D_s) din fibră (D_f) şi raportul cantităţilor de colorant fixat covalent şi hidrolizat.

Pentru ilustrarea avantajelor tehnologice de utilizare a volumelor mici de în fig. 8.8. se prezintă dependenţa gradului de fixare al unui colorant acid pe poliamidice la modul 0,7 (a) şi la modul 30 (b) [9, 10].

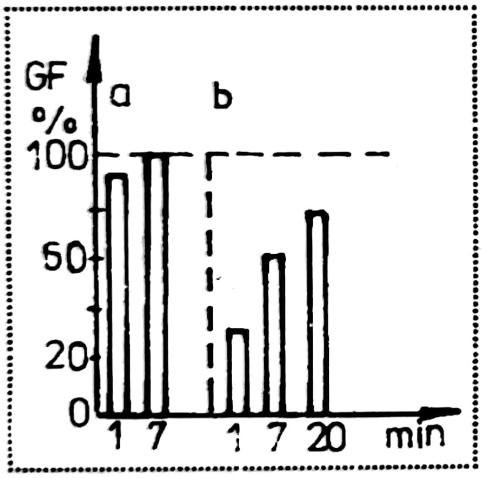


Fig. 8.8. Gradul de fixare al colorantului Nylosan E-GH în fibrele poliamidice.
a) H_m = 0,7 l/kg; b) H_m = 30 l/kg.

Prin vopsirea la modul mic scade costul global al procesului de vopsire prin considerarea diminuării consumului de apă, substanţe auxiliare şi prin creşterea gradului de fixare.

Atunci când nu există posibilitatea de scădere a modului de vopsire se efectuează vopsiri repetate în flota reziduală cu adaosul suplimentar de substanţe. În cazul vopsirii fibrelor chimice, flota de vopsire poate fi recuperată de 71 ori. În cazul vopsirii lânii cu coloranţi reactivi s-a recuperat 70-80 % din flota iniţială, lucrându-se la modul 8. Soluţia reziduală poate fi folosită de 5 ori. Se obţin economii de apă (40 %), agent de egalizare (33 %) şi de acid acetic (21 %) [11].

În variantele discontinue propuse de Sandoz (Elveţia) şi de Samuel Pegg (Anglia), soluţia de colorant având temperatura camerei este dirijată cu ajutorul aerului comprimat în materialul textil uscat care este înfăşurat pe un cilindru aflat în corpul aparatului. După umectarea uniformă a ţesăturii cu soluţia de vopsire, se creşte temperatura la 100 °C cu ajutorul aerului cald sau a vaporilor fin dispersaţi. Durata de fixare a coloranţilor în ţesăturile din fibre naturale nu depăşeşte 15 min, şi în cele din fibre sintetice nu mai mult de 30 min. Ulterior, temperatura se scade la 60 °C şi excesul

Conform ecuaţiei precedente se poate trage concluzia că prin măr coeficientului de difuzie (D_{ef}) şi a coeficientului de transfer de masă din soluţie suprafaţa fibrei (criteriul Biot) se obţine creşterea vitezei globale a procesului.

În cazul aplicării coloranţilor reactivi s-a arătat că prin creşterea modul poate mări considerabil eficacitatea proceselor de difuzie şi a proceselor de covalentă:

$$f(\infty) = 1/(l \cdot A_0 + 1)$$

în care: $f(\infty)$ - mărimea relativă a cantităţii maxime de colorant ce participă în relaţie cu fibra; A - constanta determinată de raportul coeficienţilor de difuzie din soluţie (D_s) şi din fibră (D_f) şi raportul cantităţilor de colorant fixat covalent şi hidrolizat.

Pentru ilustrarea avantajelor tehnologice de utilizare a volumelor mici de flotă, în fig. 8.8. se prezintă dependenţa gradului de fixare al unui colorant acid pe fibrele poliamidice la modul 0,7 (a) şi la modul 30 (b) [9, 10].

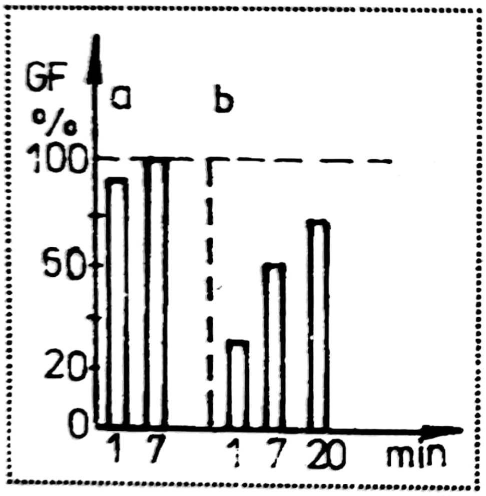


Fig. 8.8. Gradul de fixare al colorantului Nylosan E-GH în fibrele poliamidice.
a) H_m = 0,7 l/kg; b) H_m = 30 l/kg.

Prin vopsirea la modul mic scade costul global al procesului de vopsire prin considerarea diminuării consumului de apă, substanţe auxiliare şi prin creşterea gradului de fixare.

Atunci când nu există posibilitatea de scădere a modului de vopsire se efectuează vopsiri repetate în flota reziduală cu adaosul suplimentar de substanţe. În cazul vopsirii fibrelor chimice, flota de vopsire poate fi recuperată de 71 ori. În cazul vopsirii lânii cu coloranţi reactivi s-a recuperat 70-80 % din flota iniţială, lucrându-se la modul 8. Soluţia reziduală poate fi folosită de 5 ori. Se obţin economii de apă (40 %), agent de egalizare (33 %) şi de acid acetic (21 %) [11].

În variantele discontinue propuse de Sandoz (Elveţia) şi de Samuel Pegg (Anglia), soluţia de colorant având temperatura camerei este dirijată cu ajutorul aerului comprimat în materialul textil uscat care este înfăşurat pe un cilindru aflat în corpul aparatului. După umectarea uniformă a ţesăturii cu soluţia de vopsire, se creşte temperatura la 100 °C cu ajutorul aerului cald sau a vaporilor fin dispersaţi. Durata de fixare a coloranţilor în ţesăturile din fibre naturale nu depăşeşte 15 min, şi în cele din fibre sintetice nu mai mult de 30 min. Ulterior, temperatura se scade la 60 °C şi excesul de umiditate se îndepărtează prin centrifugare. Pe acelaşi aparat se poate efectua spălarea la module 1-2 l/kg, la temperatura de 70 °C. Succesul procesului se bazează pe agentul de spumare şi pe solubilitatea colorantului în apa rece. Firma Sandoz recomandă coloranţi Drimaren X pentru fibrele celulozice, Foron pentru fibrele sintetice şi Sandovyl pentru fibrele poliacrilonitrilice. Firma produce şi livrează agenţi de spumare speciali şi substanţe auxiliare.

Firma Gerber lucrează la un procedeu de vopsire continuă încadrat între procedeele pad-steam şi pad-roll. După impregnare, ţesătura în stare umedă este dirijată într-un aburitor special cu o capacitate mare de încărcare. Aburirea poate fi considerată ca un proces de epuizare la module mici.

Se încearcă procedee de vopsire bazate pe principiul formării ceţii. Flota de sire cu un conţinut minim de substanţe ajutătoare se trimite prin duze speciale de izare cu ajutorul pompelor volumice la presiunea de $4 \cdot 10^6$ Pa într-un cilindru încărcat cu material textil. Soluţia de vopsire sub formă de ceaţă se condensează a şi udă materialul textil fără formarea de spumă. Ulterior se efectuează fixarea aburire în timp de 5-10 minute.

Pentru procesele continue de finisare s-au construit instalaţii de depunere pe o parte sau pe ambele părţi ale foii de ţesătură a unei mici cantităţi de flotă (fig. 8.9).

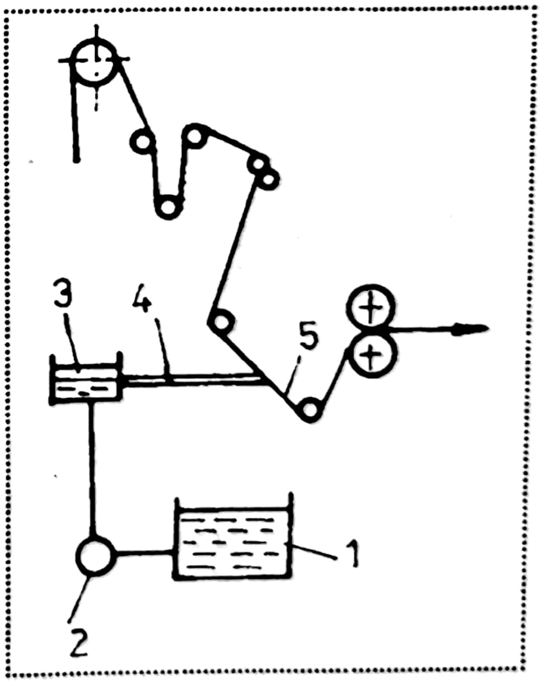


Fig. 8.9. Schema sistemului de impregnare cu film. 1 - rezervor; 2 - pompa; 3 - jgheab; 4 - ajutaj de formare al filmului; 5 - materialul textil.

Dimensiunile zonei de lucru pot fi modificate cu ajutorul unui microprocesor care în dependenţă de viteza de mişcare a ţesăturii reglează cantitatea de flotă depusă în ajutaj. Lungimea ajutajului corespunde cu lungimea cilindrilor de stoarcere. În varianta Duplex pentru depunerea filmului pe ambele feţe, distanţa între zonele de lucru este de 0,5 m. Prin depunerea flotelor sub formă de film, consumul energetic la uscare se reduce cu 50 %, necesarul de substanţe de finisare se micşorează cu 10-30 % şi deoarece se elimină stoarcerea nu este afectată structura materialului textil [12, 13].

Procedeele continue de finisare cu jeturi au la bază preparatele de finisare cu înaltă dispersitate dirijate cu vapori calzi. Aburul, ca mediu de lucru activ, plastifiază polimerul fibros, îndepărtează aerul din sistem şi de umiditate se îndepărtează prin centrifugare. Pe acelaşi aparat se poate efectua spălarea la module 1-2 l/kg, la temperatura de 70 °C. Succesul procesului se bazează pe agentul de spumare şi pe solubilitatea colorantului în apa rece. Firma Sandoz recomandă coloranţi Drimaren X pentru fibrele celulozice, Foron pentru fibrele sintetice şi Sandovyl pentru fibrele poliacrilonitrilice. Firma produce şi livrează agenţi de spumare speciali şi substanţe auxiliare.

Firma Gerber lucrează la un procedeu de vopsire continuă încadrat între procedeele pad-steam şi pad-roll. După impregnare, ţesătura în stare umedă este dirijată într-un aburitor special cu o capacitate mare de încărcare. Aburirea poate fi considerată ca un proces de epuizare la module mici.

Se încearcă procedee de vopsire bazate pe principiul formării ceţii. Flota de vopsire cu un conţinut minim de substanţe ajutătoare se trimite prin duze speciale de pulverizare cu ajutorul pompelor volumice la presiunea de $4 \cdot 10^6$ Pa într-un cilindru rotativ încărcat cu material textil. Soluţia de vopsire sub formă de ceaţă se condensează uniform şi udă materialul textil fără formarea de spumă. Ulterior se efectuează fixarea prin aburire în timp de 5-10 minute.

Pentru procesele continue de finisare s-au construit instalaţii de depunere pe o parte sau pe ambele părţi ale foii de ţesătură a unei mici cantităţi de flotă (fig. 8.9).

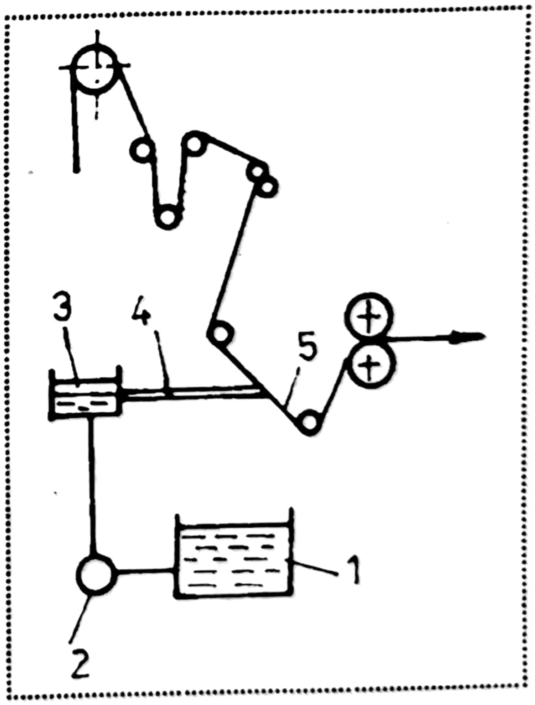


Fig. 8.9. *Schema sistemului de impregnare cu film. 1 - rezervor; 2 - pompa; 3 - jgheab; 4 - ajutaj de formare al filmului; 5 - materialul textil.*

Dimensiunile zonei de lucru pot fi modificate cu ajutorul unui microprocesor care în dependenţă de za de mişcare a ţesăturii reglează cantitatea de depusă în ajutaj. Lungimea ajutajului spunde cu lungimea cilindrilor de stoarcere. În anta Duplex pentru depunerea filmului pe mbele feţe, distanţa între zonele de lucru este de 0,5 m. Prin depunerea flotelor sub formă de film, consumul energetic la uscare se reduce cu 50 %, necesarul de substanţe de finisare se micşorează cu 10-30 % şi deoarece se elimină stoarcerea nu este afectată structura materialului textil [12, 13].

Procedeele continue de finisare cu jeturi au la bază preparatele de finisare cu înaltă dispersitate dirijate cu vapori calzi. Aburul, ca mediu de lucru activ, plastifiază polimerul fibros, îndepărtează aerul din sistem şi într-un timp scurt încălzeşte materialul textil şi soluţia până la temperatura de 70-9 Transferul substanţelor de finisare de la suprafaţa materialului textil cu conţinut m umiditate către interior se desfăşoară sub influenţa gradienţilor de umiditat temperatură. În condiţiile filtrării, jetul de apă de înaltă presiune (> 0,2 MPa) tr şi aduce substanţa de finisare fin dispersată în materialul textil, asigurându-se di uniformă în grosime, neuniformitatea nedepăşind 2-3 %, comparativ cu 14-1 procedeele tradiţionale. Durata de contact a jeturilor cu materialul textil se redu la 1-3 secunde, iar umiditatea reziduală nu depăşeşte 2-3 %. Viteza jeturilor 250 m/s.

Printr-un sistem de duze speciale se transportă soluţia de antistatizare, aer şi apă pentru a se forma aerosoli care se depun pe materialul textil, înainte de rolarea după termostabilizare. Jeturile de aerosoli asigură dispersarea fină a substanţei de antistatizare şi, totodată, un tratament uniform. Încărcarea ţesăturii cu umiditate nu depăşeşte 1,5-3 %, nefiind necesară uscarea ulterioară. Prin aplicarea aerosolilor se reduce numărul de operaţii tehnologice, îndeosebi a numărului de instalaţii de uscare, se micşorează de şase ori consumul de abur şi consumul energetic se reduce cu 20 % [4].

8.4. Finisări cu mediu de spumă

Tehnologia convenţională aplicată în finisarea textilelor plane include impregnarea cu flote care conţin în soluţie sau în dispersie substanţele corespunzătoare şi apoi stoarcerea. Deşi se asigură uniformitatea depunerii, metoda prezintă inconvenientul unui consum mare de energie, necesitatea folosirii unor uscătoare de mare capacitate şi pericolul migrării substanţelor în timpul operaţiei de uscare.

În afara măririi gradului de stoarcere pe cale mecanică, un procedeu mai nou constă în înlocuirea parţială a apei cu aer şi aplicarea de flote sub formă de spumă, ceea ce permite să se reducă cu 20-50 % conţinutul de apă preluat de materialul textil, cu toate avantajele ce decurg de aici. Se reduce astfel cu 80 % investiţiile pentru maşina de uscat, iar la o producţie de 12 mil. m^2/an (150 g/m^2) se realizează o economie de aproximativ 1500 tone abur/an, la un consum de 1,6 kg abur/kg apă evaporată. Economia de auxiliari chimici este de 10%. Pe o ţesătură cu greutatea de 150 g/m^2 trebuie repartizată o cantitate de 22,5-45 cm^3 soluţie. În cazul aplicării din spumă, la un grad de spumare de 1:12, trebuie să se repartizeze uniform un volum de 270-540 cm^3, ceea ce nu ridică probleme deosebite [22]. Avantajele vopsirii din spumă, faţă de procedeele clasice sunt: reducerea cu 50 % a energiei consumate; reducerea cu 60 % a apelor reziduale; creşterea cu 30 % a producţiei; tuşeu mai bun [23].

într-un timp scurt încălzeşte materialul textil şi soluţia până la temperatura de 70-90 °C. Transferul substanţelor de finisare de la suprafaţa materialului textil cu conţinut mare de umiditate către interior se desfăşoară sub influenţa gradienţilor de umiditate şi de temperatură. În condiţiile filtrării, jetul de apă de înaltă presiune (> 0,2 MPa) transportă şi aduce substanţa de finisare fin dispersată în materialul textil, asigurându-se distribuţia uniformă în grosime, neuniformitatea nedepăşind 2-3 %, comparativ cu 14-19 % în procedeele tradiţionale. Durata de contact a jeturilor cu materialul textil se reduce până la 1-3 secunde, iar umiditatea reziduală nu depăşeşte 2-3 %. Viteza jeturilor este de 250 m/s.

Printr-un sistem de duze speciale se transportă soluţia de antistatizare, aer cald şi apă pentru a se forma aerosoli care se depun pe materialul textil, înainte de rolarea după termostabilizare. Jeturile de aerosoli asigură dispersarea fină a substanţei de antistatizare şi, totodată, un tratament uniform. Încărcarea ţesăturii cu umiditate nu depăşeşte 1,5-3 %, nefiind necesară uscarea ulterioară. Prin aplicarea aerosolilor se reduce numărul de operaţii tehnologice, îndeosebi a numărului de instalaţii de uscare, se micşorează de şase ori consumul de abur şi consumul energetic se reduce cu 20 % [4].

8.4. Finisări cu mediu de spumă

Tehnologia convenţională aplicată în finisarea textilelor p
impregnarea cu flote care conţin în soluţie sau în dispersie substanţele c
şi apoi stoarcerea. Deşi se asigură uniformitatea depunerii, met
inconvenientul unui consum mare de energie, necesitatea folosirii unor uscătoa
capacitate şi pericolul migrării substanţelor în timpul operaţiei de uscare.

În afara măririi gradului de stoarcere pe cale mecanică, un procedeu mai nou constă în înlocuirea parţială a apei cu aer şi aplicarea de flote sub formă de spumă, ceea ce permite să se reducă cu 20-50 % conţinutul de apă preluat de materialul textil, cu toate avantajele ce decurg de aici. Se reduce astfel cu 80 % investiţiile pentru maşina de uscat, iar la o producţie de 12 mil. m^2/an (150 g/m^2) se realizează o economie de aproximativ 1500 tone abur/an, la un consum de 1,6 kg abur/kg apă evaporată. Economia de auxiliari chimici este de 10%. Pe o ţesătură cu greutatea de 150 g/m^2 trebuie repartizată o cantitate de 22,5-45 cm^3 soluţie. În cazul aplicării din spumă, la un grad de spumare de 1:12, trebuie să se repartizeze uniform un volum de 270-540 cm^3, ceea ce nu ridică probleme deosebite [22]. Avantajele vopsirii din spumă, faţă de procedeele clasice sunt: reducerea cu 50 % a energiei consumate; reducerea cu 60 % a apelor reziduale; creşterea cu 30 % a producţiei; tuşeu mai bun [23].

8.4.1 Parametrii spumei

Spuma diluată ce se utilizează în finisarea textilelor este un sistem microeterogen coloidal, instabil, obţinut prin dispersarea aerului în apă cu ajutorul unei substanţe cu activitate de suprafaţă. Raportul dintre faza gazoasă dispersată (aerul) şi mediul apos de dispersie determină structura spumei. Se deosebesc spume cu forme sferice sau poliedrice, primele caracterizate printr-o viaţă scurtă, puţin stabile, în timp ce spumele poliedrice sunt sisteme metastabile la care lichidul nu se scurge continuu până la descompunerea spumei şi sunt folosite în industria textilă.

Agenţii care favorizează formarea spumei micşorează tensiunea superficială a lichidului şi efectul de spumare depinde de structura lor.

Produsele de spumare, din punct de vedere al structurii pot fi [22]:

anionice:

- Lauriat de sodiu, potasiu,amoniu;
- Lauril sulfat de sodiu;
- Alchilarilsulfat de sodiu;
- Dodecilbenzensulfanat de sodiu;
- Sulfosuccinat de sodiu;

neionice:

- Alcool laurilic etoxilat;
- Nonilfenol poliglicol;

cationice:

- Clorură de dodecilpiridium.

Proprietăţile spumei depind de compoziţia fazei lichide, de metoda de producere a spumei cât şi de condiţiile mediului înconjurător (temperatură, presiune, umiditatea aerului etc).

Spumele se caracterizează printr-un număr mare de parametri, împărţiţi în două grupe [24]:

a) parametri ce caracterizează spuma ca mediu, denumiţi şi parametri de structură;

b) parametri de compoziţie, din care se obţin spumele.

Parametri cu ajutorul cărora se caracterizează structura spumei sunt: volumul relativ de lichid şi gaz, forma şi dimensiunile bulelor de gaz, grosimea peliculei de lichid între bule etc. Cei mai generali parametri din această grupă sunt factorul de multiplicare volumică şi dispersitatea. Factorul de multiplicare este raportul dintre volumul spumei (V_s) şi volumul de lichid (V_l) conţinut.

$$K = V_s/V_l = (V_l + V_g)/V_l = 1 + V_g/V_l$$

în care V_g - volumul de gaz din spumă.

Raportul dintre volumul de gaz şi volumul de spumă ne indică fracţia volumică de gaz din amestec sau, mai simplu, conţinutul de gaz:

$$j = V_g/V_s = V_g/(V_l + V_g)$$

Din formulele de mai sus se deduce că factorul de multiplicare este legat de conţinutul de gaz prin dependenţa:

$$K = 1/(1 - j)$$

Mărimea inversă factorului de multiplicare (volumică) poartă denumir densitate volumică a spumei:

$$\gamma = 1/K = V_l/V_s = 1 - j$$

Densitatea volumică caracterizează fracţia de lichid prin spumă. Ca şi factorul de multiplicare, această mărime este adimensională.

Dacă în relaţia de mai sus, în loc de volumul de lichid se introduce masa de lichid, atunci se obţine densitatea masică exprimată în g/l.

Factorul de multiplicare poate fi oricât de mare, dar nu mai mic de 4. Se diferenţiază spume cu factor de multiplicare mic ($K < 20$), mediu ($20 < K < 200$) şi mare ($K > 200$) [24].

Dispersitatea spumei se caracterizează prin dimensiunea medie a bulelor de gaz. Cu cât bulele sunt mai mici, cu atât dispersitatea este mai mare. De exemplu, dispersitatea poate fi determinată cu relaţia:

$$D = 1/d\ [m^{-1}].$$

în care d reprezintă dimensiunea medie a bulelor de gaz.

Câteodată dispersitatea bulelor poate fi exprimată prin suprafaţa specifică interfazică:

$$\varepsilon = S/V_s\ [m^{-1}]$$

în care: S - suprafaţa bulelor de gaz; V_s - unitatea volumică de spumă.

în care V_g - volumul de gaz din spumă.

Raportul dintre volumul de gaz şi volumul de spumă ne indică fracţia volu de gaz din amestec sau, mai simplu, conţinutul de gaz:

$$j = V_g/V_s = V_g/(V_l + V_g)$$

Din formulele de mai sus se deduce că factorul de multiplicare este l conţinutul de gaz prin dependenţa:

$$K = 1/(1 - j)$$

Mărimea inversă factorului de multiplicare (volumică) poartă denumirea de densitate volumică a spumei:

$$\gamma = 1/K = V_l/V_s = 1 - j$$

Densitatea volumică caracterizează fracţia de lichid prin spumă. Ca şi factorul de multiplicare, această mărime este adimensională.

Dacă în relaţia de mai sus, în loc de volumul de lichid se introduce masa de lichid, atunci se obţine densitatea masică exprimată în g/l.

Factorul de multiplicare poate fi oricât de mare, dar nu mai mic de 4. Se diferenţiază spume cu factor de multiplicare mic ($K < 20$), mediu ($20 < K < 200$) şi mare ($K > 200$) [24].

Dispersitatea spumei se caracterizează prin dimensiunea medie a bulelor de gaz. Cu cât bulele sunt mai mici, cu atât dispersitatea este mai mare. De exemplu, dispersitatea poate fi determinată cu relaţia:

$$D = 1/d\ [m^{-1}].$$

în care d reprezintă dimensiunea medie a bulelor de gaz.

Câteodată dispersitatea bulelor poate fi exprimată prin suprafaţa specifică interfazică:

$$\varepsilon = S/V_s\ [m^{-1}]$$

în care: S - suprafaţa bulelor de gaz; V_s - unitatea volumică de spumă.

Cu toate că D şi ε au aceeaşi unitate de măsură, calculele nu coincid. Mărimea e depinde de dispersitate, dar şi de modul de împachetare al bulelor de gaz din volumul spumei.

Spumele formate din bule de gaz cu aceeaşi dimensiune se numesc monodisperse şi, în practică, se întâlnesc rar. Numai în cazul în care se trimite aer în soluţia de spumare prin acelaşi capilar este posibil să se formeze spumă monodispersă. Spumele polidisperse sunt formate din bule de diferite dimensiuni. Distribuţia bulelor de aer după dimensiune în spumele reale nu se supune aceleaşi legităţi. De aceea evaluarea ersităţii spumei este dificilă. Bulele de gaz, în timp, îşi modifică volumul, prin re, şi distribuţia după dimensiune.

Parametri ce caracterizează componentele specifice ale spumei se numesc etri de compoziţie cum ar fi: natura chimică a lichidului (solvent, agent de are, substanţe de finisare), concentraţia, temperatura şi viscozitatea, pH-ul etc. Aceşti parametri determină procesele fizico-chimice care se desfăşoară în volum şi pe suprafaţa peliculei de lichid.

Lichidul din care se obţine spuma se numeşte mediu dispersant. Bulele de gaz reprezintă faza dispersată. Fazele spumei vin în contact direct printr-o suprafaţă curbă, deci presiunea după diferite direcţii se şi modifică. Diferenţa dintre presiunea din faza gazoasă (P_g) şi presiunea din faza lichidă (P_l) este dată de ecuaţia Laplace:

$$\Delta P = P_g - P_l = -\sigma(1/r_1 + 1/r_2)$$

în care: σ - tensiunea superficială a lichidului; r_1, r_2 - razele de curbură ale suprafeţei dintre faze.

Diferenţa, ΔP, poartă denumirea de presiune capilară. Cunoscându-se presiunea capilară se determină paranteza din ecuaţia de mai sus. Curbura se consideră pozitivă dacă suprafaţa este bombată de partea fazei gazoase. În acest caz, $\Delta P < 0$, şi presiunea în lichid este mai mare decât cea din gaz. Suprafaţa bulei de gaz în spumă are o curbură negativă, deci pentru bule sferice $r_1 = r_2 = r_o$, în care r_o - raza bulei. Conform ecuaţiei Laplace, presiunea gazului în bula sferică va fi:

$$P_g = P_l + 2\sigma/r_o$$

Un fragment din volumul spumei este reprezentat în fig. 8.10. Bulele din spumă în timp se deformează, ceea ce contravine ecuaţiei Laplace conform căreia diferenţa $P_g - P_l$ de-a lungul suprafeţei de separare este aceeaşi. Abaterile sunt provocate de forţele electrice. În fig. 8.10. se prezintă schematic zona de deformare a două bule. În locul de

Cu toate că D şi ε au aceeaşi unitate de măsură, calculele nu coincid. Mărimea ε depinde de dispersitate, dar şi de modul de împachetare al bulelor de gaz din volumul spumei.

Spumele formate din bule de gaz cu aceeaşi dimensiune se numesc monodisperse şi, în practică, se întâlnesc rar. Numai în cazul în care se trimite aer în soluţia de spumare prin acelaşi capilar este posibil să se formeze spumă monodispersă. Spumele polidisperse sunt formate din bule de diferite dimensiuni. Distribuţia bulelor de aer după dimensiune în spumele reale nu se supune aceleaşi legităţi. De aceea evaluarea dispersităţii spumei este dificilă. Bulele de gaz, în timp, îşi modifică volumul, prin urmare, şi distribuţia după dimensiune.

Parametri ce caracterizează componentele specifice ale spumei se numesc parametri de compoziţie cum ar fi: natura chimică a lichidului (solvent, agent de spumare, substanţe de finisare), concentraţia, temperatura şi viscozitatea, pH-ul etc. Aceşti parametri determină procesele fizico-chimice care se desfăşoară în volum şi pe suprafaţa peliculei de lichid.

Lichidul din care se obţine spuma se numeşte mediu dispersant. Bulele de gaz reprezintă faza dispersată. Fazele spumei vin în contact direct printr-o suprafaţă curbă, deci presiunea după diferite direcţii se şi modifică. Diferenţa dintre presiunea din faza gazoasă (P_g) şi presiunea din faza lichidă (P_{ε}) este dată de ecuaţia Laplace:

$$\Delta P = P_g - P_l = - \sigma(1/r_1 + 1/r_2)$$

în care: σ - tensiunea superficială a lichidului; r_1, r_2 - razele de curbură ale suprafeţei tre faze.

Diferenţa, ΔP, poartă denumirea de presiune capilară. Cunoscându-se presiunea ră se determină paranteza din ecuaţia de mai sus. Curbura se consideră pozitivă suprafaţa este bombată de partea fazei gazoase. În acest caz, $\Delta P < 0$, şi presiunea ichid este mai mare decât cea din gaz. Suprafaţa bulei de gaz în spumă are o curbură negativă, deci pentru bule sferice $r_1 = r_2 = r_o$, în care r_o - raza bulei. Conform ecuaţiei Laplace, presiunea gazului în bula sferică va fi:

$$P_g = P_l + 2\sigma/r_o$$

Un fragment din volumul spumei este reprezentat în fig. 8.10. Bulele din spumă în timp se deformează, ceea ce contravine ecuaţiei Laplace conform căreia diferenţa $P_g - P_l$ de-a lungul suprafeţei de separare este aceeaşi. Abaterile sunt provocate de forţele electrice. În fig. 8.10. se prezintă schematic zona de deformare a două bule. În locul de apropiere a două bule se deformează un strat dublu. Pe măsură ce grosimea stratului creşte, presiunea se micşorează.

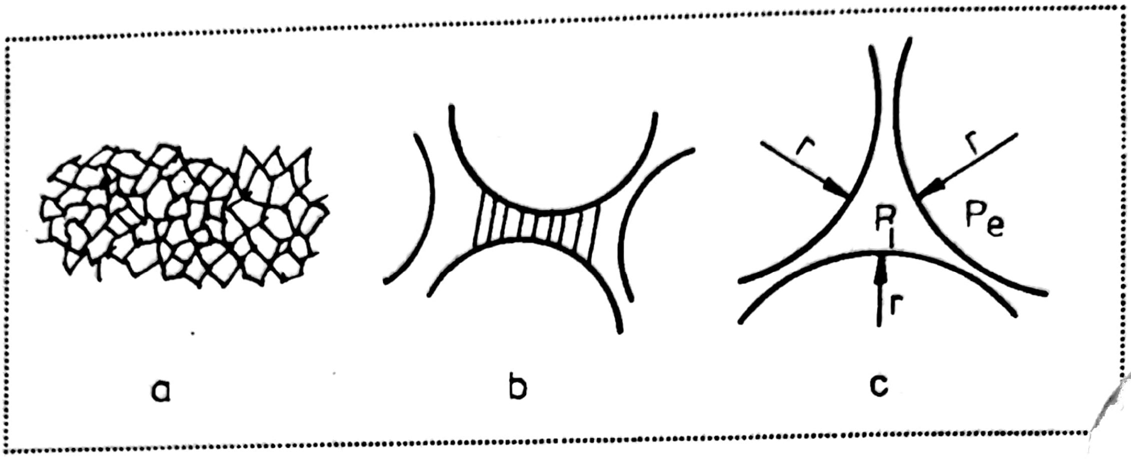


Fig. 8.10. Spuma gaz-lichid a) fragment dintr-un volum de spumă; b) distribuţia presiunii; c) secţiune printr-un canal.

8.4.2. Structura spumei

Bulele de gaz dispersate în lichid pot avea forme diferite. După acest criteriu bulele pot fi sferice, celulare şi poliedrice.

Spumele poliedrice au o structură formată din poliedre de forme şi dimensiuni diferite despărţite prin pelicule care sînt paralele. Din analiza modelelor poliedrice s-au desprins parametrii structurali de bază. Pentru spume dodecaedrice cu latura a, s-a obţinut dependenţa:

$$K = (7{,}66 \cdot a^2/(10{,}5 \cdot a \cdot \delta + 1{,}6r^2)$$

în care: δ - grosimea peliculei; r - raza de curbură; r_0 - raza echivalentă;

Considerând că pentru pentagondodecaedru $a = 0{,}818r_0$, pentru factorul de multiplicare se obţine:

$$K = 5{,}12\ r_0/(8{,}58\ r_0 \cdot \delta + 1{,}6r^2) + 1$$

Considerându-se volumul lichid conţinut în peliculă se obţine:

$$K = 4{,}8 \cdot a^2/r^2 + 1$$

Suprafaţa specifică interfazică în modelele poliedrice de spumă poate fi dată de suma suprafeţelor peliculei dintr-o unitate volumică de spumă. Pentru dodecaedru rezultă:

$$\varepsilon = S_d/V_d = 3/r_o \approx 6 \cdot D$$

în care r_o - raza echivalentă. În continuare se prezintă parametrii pentru două spume, diferenţiate prin factorul de multiplicare.

Tabelul 8.2. *Parametri spumelor.*

Denumirea parametrului structural	Tipul de spumă	
	I	II
Factorul de multiplicare	15	500
Diametrul echivalent al bulelor, cm	0,01	1,0
Dispersitatea, cm^{-1}	100	1
Suprafaţa specifică, cm^{-1}	600	6
Numărul de bule într-un cm^3 de spumă	191000	1,9
Grosimea peliculei, cm	$5{,}4 \cdot 10^{-4}$	$2{,}3 \cdot 10^{-3}$
Lungimea totală a canalelor într-un cm^3 de spumă, cm	$8{,}6 \cdot 10^{3}$	8,6
Raza de curbură, cm	$2{,}6 \cdot 10^{-3}$	$4{,}4 \cdot 10^{-2}$
Secţiunea canalului, cm^2	$1{,}08 \cdot 10^{-6}$	$3{,}1 \cdot 10^{-4}$
Fracţia lichidului în peliculă	0,4	0,6
Volumul unei bule, cm^3	$5{,}2 \cdot 10^{-7}$	0,52
Presiunea, dN/cm^2	0,0	562

Modelul poliedru se foloseşte pentru analiza diferitelor procese ce au loc în spume. Pentru descrierea procesului de scurgere a lichidului în spumă, criteriul poliedru trebuie să reflecte faptul că structura spumei ar putea fi considerată sub formă de canale şi că lungimea canalelor este mai mare decât dimensiunea transversală.

8.4.3. Proprietăţile fizice ale spumei

ELECTROCONDUCTIBILITATEA

Spuma se caracterizează prin proprietăţi specifice datorită compoziţiei: mecanice, optice, conductibilitate termică, absorbţie de sunete, stabilitate termică, electroconductibilitatea etc.

Din măsurătorile de electroconductibilitate se desprind concluzii importante despre factorul de multiplicare conform relaţiei:

$$\rho_s = B \cdot \rho_l \cdot K$$

în care: ρ_l - rezistenţa electrică specifică lichidului; B - factori cu valori cuprinse între 1,5 şi 3; K - factorul de multiplicare.

Factorul B (coeficient structural de electroconductibilitate) depinde de structura sistemului gaz-lichid. Pentru structuri peliculare B = 1,5 iar pentru carcasa din canale B = 3,0. În modelele poliedrice lichidul este distribuit între pelicule şi canale, astfel că valoarea coeficientului B pentru spume va fi intermediară. Valoarea coeficientului B pentru spume poliedrice depinde de fracţia de lichid α din peliculă $B = 3/(1 + \alpha)$.

Pentru $\alpha = 0,5$ se obţine valoarea B = 2. Se trage concluzia că factorul B reflectă distribuţia lichidului între pelicule şi canale. Pentru lichidele monodisperse $B \approx 1,5$. Considerându-se, K_e, factorul de multiplicare electrică ca fiind raportul dintre rezistenţa electrică specifică a spumei şi rezistenţa electrică specifică a lichidului, se pot aplica mai multe formule pentru determinarea coeficientului B, tabelul 8.3.

Tabelul 8.3. *Formule de calcul*

Formula 1	B (K = 3,86)
$K_e = (3K - 1)/2$	1,37
$K_e = 2K^2/(K + 1)$	1,59
$K_e = (15K^2 + 2K - 1)/8(K + 1)$	1,53
$K_e = [3K - 1 - 0,2K(1 - 1/K)^{10/3}]/[2 - 0,2K(1 - 1/K)^{10/3}]$	1,55

Coeficientul structural de electroconductibilitate se apropie de valoarea 1,5 atât pentru pelicule poliedrice, cât şi pentru structuri sferice monodisperse.

Trebuie precizat că odată cu creşterea factorului de multiplicare, coeficientul B creşte. Pentru corelaţie se poate utiliza relaţia:

$$K = 0{,}65 \cdot K_e^{0{,}9}$$

care se verifică pentru $6 < K < 200$.

INSTABILITATEA

Spuma este un sistem termodinamic instabil şi, ca urmare, se distruge în timp. omentul obţinerii spumei, lichidul din partea centrală a peliculei se scurge către periferie datorită gravitaţiei şi aspiraţiei capilare, ultima forţă fiind predominantă în sistem. În timp bulele de gaz devin din ce în ce mai mari şi numărul lor scade. Acest proces are loc în întreg volumul spumei. Viteza de contopire a bulelor este determinată de proprietăţile lichidului. Alături de distrugerea internă a spumei prin covalescenţă şi prin covoluţie s-a pus în evidenţă distrugerea externă, de volum, care începe de la suprafaţa spumei şi se desfăşoară după o lege liniară, logaritmică sau în trepte, fig. 8.11.

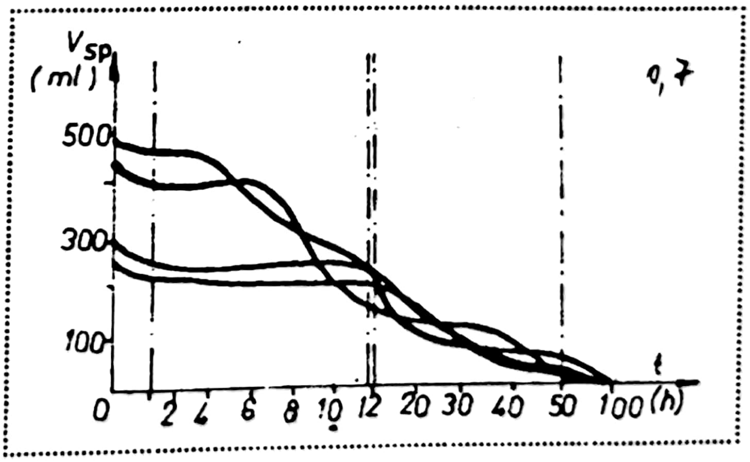


Fig. 8.11. *Curbe experimentale de distrugere a volumului spumei.*

Distrugerea spumei este influenţată de factorii externi: umiditatea şi viteza aerului, temperatura, compoziţia mediului exterior. Pentru măsurarea scurgerii lichidului din spumă se utilizează vasul din fig. 8.12. a. În recipient se introduc 100 cm^3 lichid de spumare, care se scutură timp de 30 s ($K < 20$), după care se aşază vertical, conform desenului. După 3 minute se determină volumul de lichid x (cm^3), eliberat de spumă. Volumul de lichid (100-x) cm^3 rămas în spumă caracterizează „numărul de spumare" al soluţiei de cercetat. Pentru spuma de bere, procesul de scurgere al lichidului se supune legii logaritmice:

$$k = 1/t \cdot \ln a/(a - x)$$

Coeficientul structural de electroconductibilitate se apropie de valoarea 1,5 atât pentru pelicule poliedrice, cât şi pentru structuri sferice monodisperse.

Trebuie precizat că odată cu creşterea factorului de multiplicare, coeficientul B creşte. Pentru corelaţie se poate utiliza relaţia:

$$K = 0{,}65 \cdot K_e^{0{,}9}$$

care se verifică pentru $6 < K < 200$.

INSTABILITATEA

Spuma este un sistem termodinamic instabil şi, ca urmare, se distruge în timp. În momentul obţinerii spumei, lichidul din partea centrală a peliculei se scurge către periferie datorită gravitaţiei şi aspiraţiei capilare, ultima forţă fiind predominantă în sistem. În timp bulele de gaz devin din ce în ce mai mari şi numărul lor scade. Acest proces are loc în întreg volumul spumei. Viteza de contopire a bulelor este determinată de proprietăţile lichidului. Alături de distrugerea internă a spumei prin covalescenţă şi prin covoluţie s-a pus în evidenţă distrugerea externă, de volum, care începe de la suprafaţa spumei şi se desfăşoară după o lege liniară, logaritmică sau în trepte, fig. 8.11.

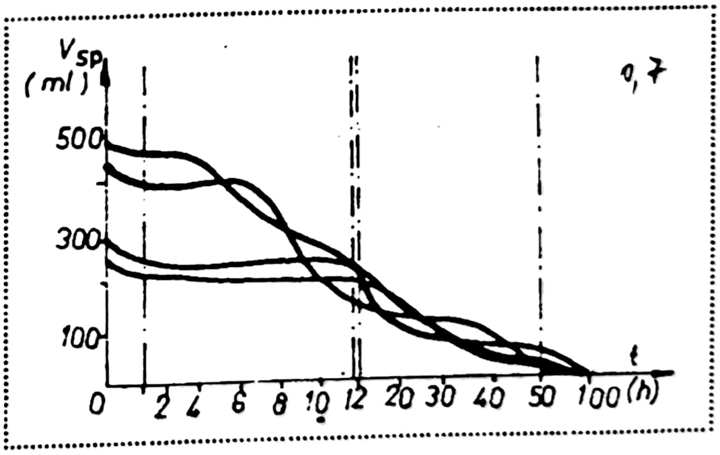


Fig. 8.11. Curbe experimentale de ugere a volumului spumei.

trugerea spumei este influenţată actorii externi: umiditatea şi eza aerului, temperatura, compoziţia mediului exterior. Pentru măsurarea scurgerii lichidului din spumă se utilizează vasul din fig. 8.12. a. În recipient se introduc 100 cm^3 lichid de spumare, care se scutură timp de 30 s ($K < 20$), după care se aşază vertical, conform desenului. După 3 minute se determină volumul de lichid x (cm^3), eliberat de spumă. Volumul de lichid (100-x) cm^3 rămas în spumă caracterizează „numărul de spumare" al soluţiei de cercetat. Pentru spuma de bere, procesul de scurgere al lichidului se supune legii logaritmice:

$$k = 1/t \cdot \ln a/(a - x)$$

în care: t - durata de la începerea măsurătorii; a - cantitatea de spumă (în gr momentul t = 0; x - cantitatea de lichid eliberată din spumă la momentul t. Pentru spumele instabile care se descompun rapid se foloseşte dependenţa:

$$V = V_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

în care: V_0 - volumul de lichid din spumă la momentul t = 0; V - volumul de lichid rămas în spumă la momentul t.

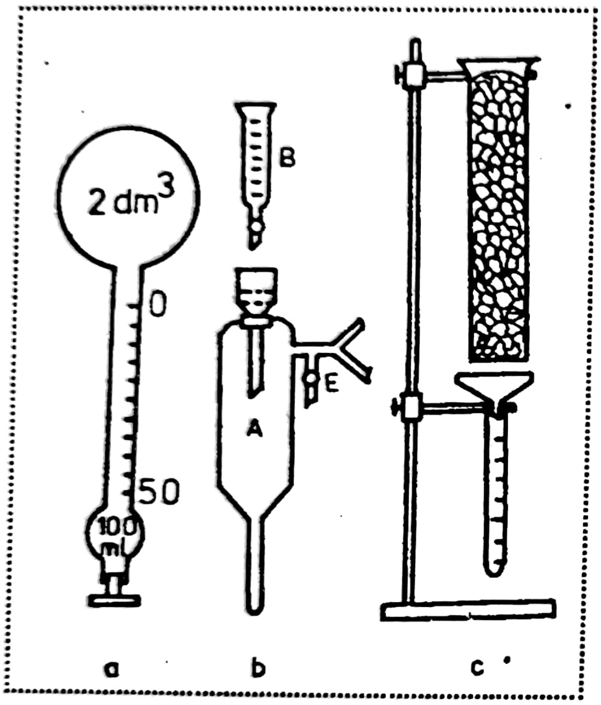


Fig. 8.12. *Recipienţi pentru măsurarea scurgerii lichidului din spumă.*
a) *recipient Ştipelia;*
b) *aparat Arbuzov;*
c) *stand cu spumă suspendată.*

Cu aparatul Arbuzov, fig. 8.12.b, se poate obţine spuma şi se poate cerceta. Este format dintr-un cilindru A şi un tub gradat D, o biuretă B, o pâlnie cu filtru C. După umplerea recipientului cu spumă se deschide robinetul E şi sinereza spumei are loc la presiunea atmosferică. În varianta C, fig. 8.12, cilindrul umplut cu spumă este inversat, astfel că lichidul se scurge într-un recipient de măsură, putându-se pune în evidenţă momentul de curgere al primei picături. Din curba cinetică de scurgere a lichidului din spumă se deduc: timpul de acumulare (t_h), timpul de accelerare (t_y), timpul care corespunde vitezei maxime de scurgere (t_v) şi timpul de distrugere a spumei (t_r), fig. 8.13.a.

Pe ordonată se prezintă raportul dintre volumul de lichid scurs din spumă la timpul t şi volumul total de lichid din spumă din momentul obţinerii. Durata de acumulare depinde de factorul de multiplicare al spumei, fig. 8.13.b, c şi de înălţimea vasului cu spumă fig. 8.13.d. Acest parametru poate da multe informaţii despre influenţa unor factori asupra sinerezei spumei (adaosuri, temperatura etc.). Perioada de accelerare este mică atunci când lichidul în spumă este distribuit neuniform şi se corelează cu distrugerea internă a spumei. Viteza de scurgere, definită ca volumul lichid scurs din spumă în unitatea de timp atinge valori maxime în timpul t_v. Mărimea acestei viteze poate fi calculată din tangenta dreptei în perioada de scurgere.

în care: t - durata de la începerea măsurătorii; a - cantitatea de spumă (în grame) la momentul t = 0; x - cantitatea de lichid eliberată din spumă la momentul t.
Pentru spumele instabile care se descompun rapid se foloseşte dependenţa:

$$V = V_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

în care: V_0 - volumul de lichid din spumă la momentul t = 0; V - volumul de lichid rămas în spumă la momentul t.

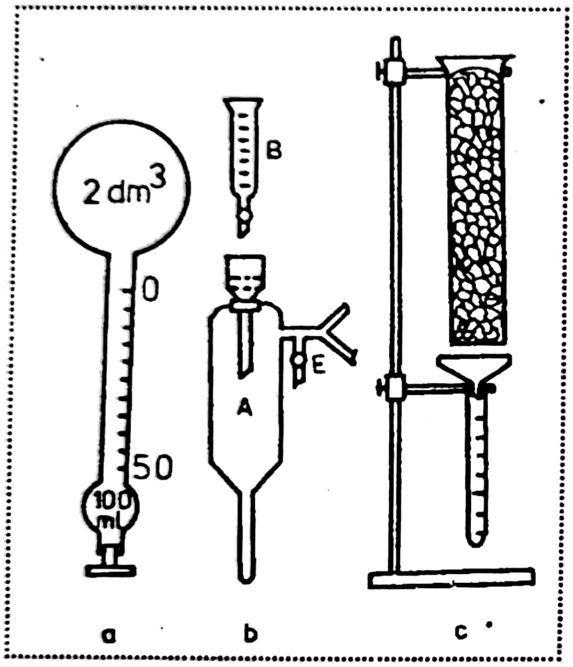


Fig. 8.12. Recipienţi pentru măsurarea scurgerii lichidului din spumă.
a) recipient Ştipelia;
b) aparat Arbuzov;
c) stand cu spumă suspendată.

Cu aparatul Arbuzov, fig. 8.12.b, se poate obţine spuma şi se poate cerceta. Este format dintr-un cilindru A şi un tub gradat D, o biuretă B, o pâlnie cu filtru C. După umplerea recipientului cu spumă se deschide robinet
şi sinereza spumei are loc la pre
atmosferică. În varianta C, fig. 8.12, ci
umplut cu spumă este inversat, astfel că li
se scurge într-un recipient de măs
putându-se pune în evidenţă momentul
curgere al primei picături. Din curba cinetica de scurgere a lichidului din spumă se deduc: timpul de acumulare (t_h), timpul de accelerare (t_y), timpul care corespunde vitezei maxime de scurgere (t_v) şi timpul de distrugere a spumei (t_r), fig. 8.13.a.

Pe ordonată se prezintă raportul dintre volumul de lichid scurs din spumă la timpul t şi volumul total de lichid din spumă din momentul obţinerii. Durata de acumulare depinde de factorul de multiplicare al spumei, fig. 8.13.b, c şi de înălţimea vasului cu spumă fig. 8.13.d. Acest parametru poate da multe informaţii despre influenţa unor factori asupra sinerezei spumei (adaosuri, temperatura etc.). Perioada de accelerare este mică atunci când lichidul în spumă este distribuit neuniform şi se corelează cu distrugerea internă a spumei. Viteza de scurgere, definită ca volumul lichid scurs din spumă în unitatea de timp atinge valori maxime în timpul t_v. Mărimea acestei viteze poate fi calculată din tangenta dreptei în perioada de scurgere.

$$v_{max} = 1/V_o \cdot (dV_t/dt)_{max}$$

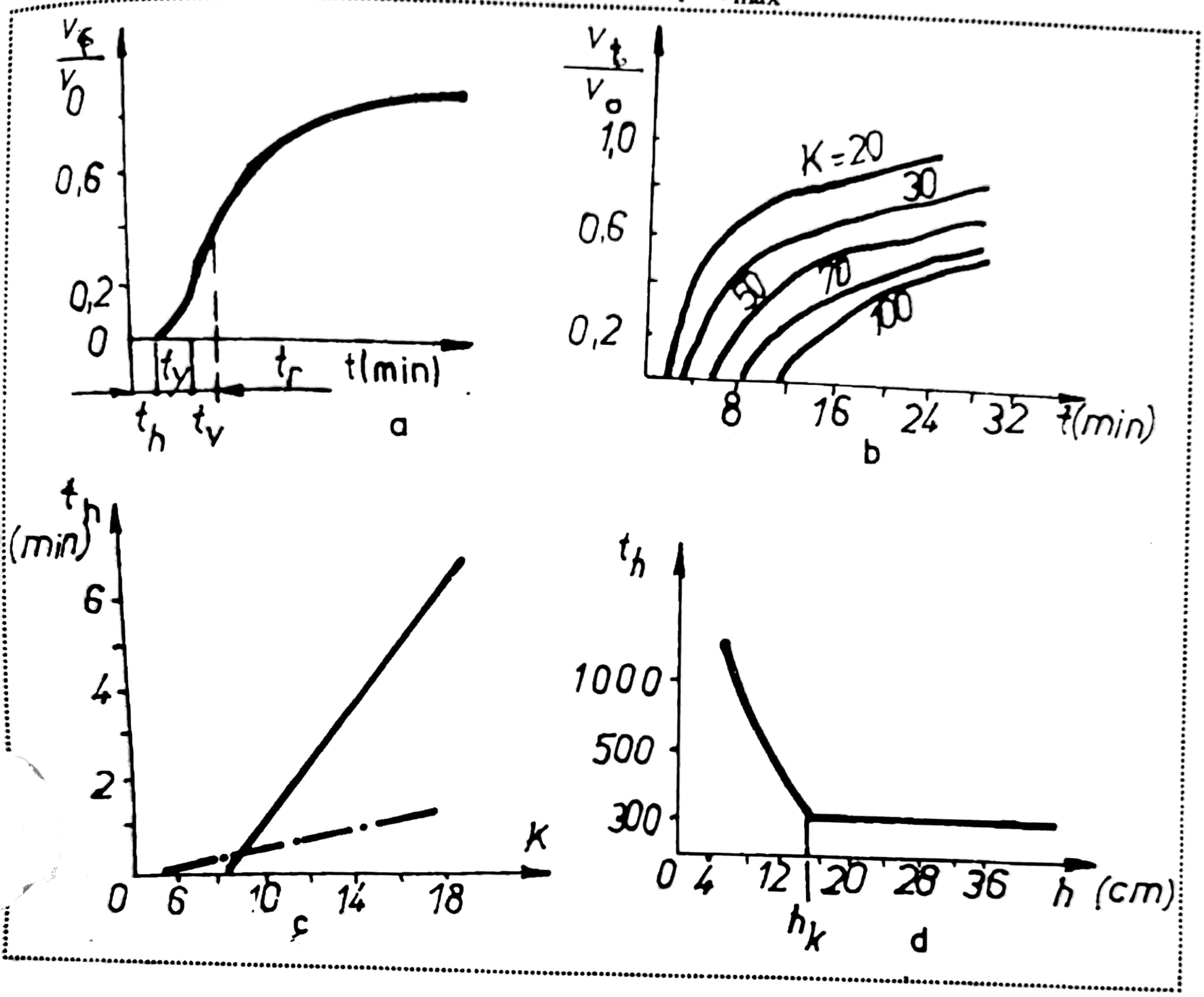


Fig. 8.13. a. Curbă cinetică de scurgere a lichidului din spumă.
b. Influența factorului de multiplicare asupra formei curbelor cinetice.
c. Dependența timpului de începere a curgerii de factorul de multiplicare.
d. Influența înălțimii coloanei de spumă asupra duratei de începere a curgerii.

Durata care corespunde vitezei maxime nu depinde de factorul de multiplicare și nici de geometria volumului de spumă. În schimb, cu cât mai mici sunt bulele de gaz, cu atât scade valoarea vitezei maxime. În același timp, această mărime depinde de parametri de compoziție ai spumei. De exemplu, prin creșterea concentrației agentului de săpunire de la 0,4 % până la 2 %, viteza maximă se multiplică de aproximativ 5 ori. De remarcat că pentru valori ale gradului de sinereză cuprinse între 20 și 40 %, viteza maximă de scurgere (volumică) se păstrează la același nivel. În timpul t are loc un echilibru dinamic între distrugerea spumei şi între scurgerea de lichid. Prezenţa pu de inflexiune indică desfăşurarea concomitentă a unor procese concurente (acce sinerezei şi scăderea vitezei). După punctul de inflexiune, viteza sinerezei scade c legii logaritmice:

$$k = 2{,}3/t \cdot \lg 100/(100 - \alpha)$$

în care α reprezintă procentul de lichid scurs din spumă la momentul t, fig. 8.14.

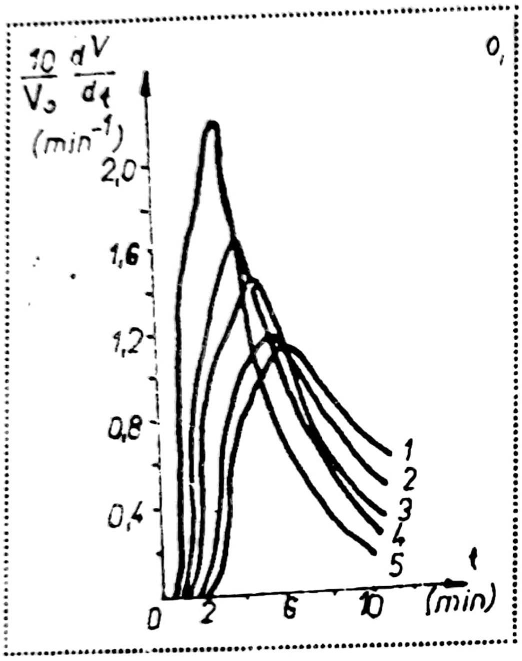


Fig. 8.14. Modificarea vitezei de scurgere în timp pentru spume cu diametru mediu al bulelor de 0,11 (1), 0,14 (2), 0,20 (3), 0,24 (4), 0,32 (5) milimetri.

Pentru spumele la care sinereza se supune legii logaritmice, se defineşte timpul de înjumătăţire prin relaţia:

$$t_{1/2} = (\ln 2)/k = 0{,}693/k$$

Pentru cazuri complexe, timpul de înjumătăţire se determină experimental.

Prin utilizarea soluţiilor apoase de spumare s-a urmărit dependenţa dintre sinereza spumei şi diferiţi factori. Spuma s-a obţinut în condiţii de laborator cu un agitator de amestecare [25]. În fig. 8.15. sunt prezentate rezultatele privind influenţa geometriei volumului de spumă asupra cineticii de scurgere a lichidului. S-a utilizat un cilindrul cu diametrul de 60 mm şi s-a asigurat un factor de multiplicare de 70. Din figură se vede că la înălţimi mai mari ale spumei de 180 mm punctele experimentale se aliniază pe aceeaşi curbă. Când înălţimea spumei devine mai mică de 180 mm, curbele de scurgere se deplasează spre dreapta cu atât mai mult cu cât este mai mică înălţimea acesteia. Totodată creşte durata de acumulare. Prin deplasarea curbelor cinetice spre dreapta, etapele cuprinse au valori ale timpului din ce în ce mai mici. De exemplu, pentru h = 50 mm, curba cinetică cuprinde numai zona de distrugere. În fig. 8.16. sunt prezentate curbele de scurgere, obţinute prin utilizarea cilindrilor de diferite diametre, dar cu aceeaşi înălţime a spumei (h = 170 mm). Cu creşterea diametrului cilindrului, curbele de scurgere se deplasează puţin spre stânga, păstrându-se pantele în stadiul de scurgere. Deci, viteza volumică maximă nu depinde de diametrul cilindrului.

echilibru dinamic între distrugerea spumei şi între scurgerea de lichid. Prezenţa punctului de inflexiune indică desfăşurarea concomitentă a unor procese concurente (accelerarea sinerezei şi scăderea vitezei). După punctul de inflexiune, viteza sinerezei scade conform legii logaritmice:

$$k = 2{,}3/t \cdot \lg 100/(100 - \alpha)$$

în care α reprezintă procentul de lichid scurs din spumă la momentul t, fig. 8.14.

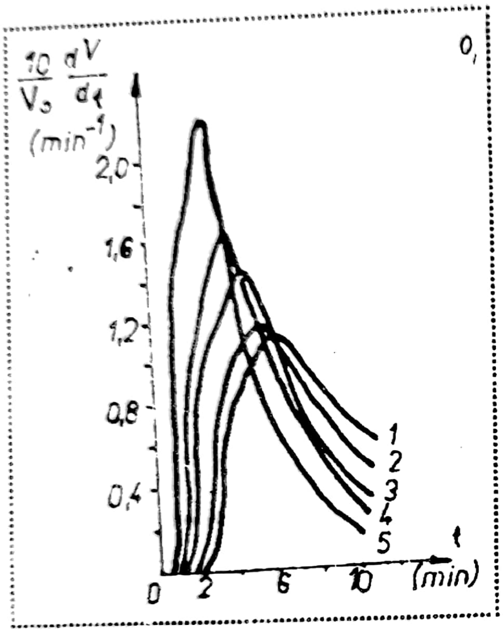


Fig. 8.14. Modificarea vitezei de scurgere în timp pentru spume cu diametru mediu al bulelor de 0,11 (1), 0,14 (2), 0,20 (3), 0,24 (4), 0,32 (5) milimetri.

Pentru spumele la care sinereza se supune legii logaritmice, se defineşte timpul de înjumătăţire prin relaţia:

$$t_{1/2} = (\ln 2)/k = 0{,}693/k$$

Pentru cazuri complexe, timpul de înjumătăţi
se determină experimental.

Prin utilizarea soluţiilor apoase de spu
urmărit dependenţa dintre sinereza s
diferiţi factori. Spuma s-a obţinut în co
laborator cu un agitator de amestecare [25].
8.15. sunt prezentate rezultatele privind influenţa geometriei volumului de spumă asupra cineticii de scurgere a lichidului. S-a utilizat un cilindrul cu diametrul de 60 mm şi s-a asigurat un factor de multiplicare de 70. Din figură se vede că la înălţimi mai mari ale spumei de 180 mm punctele experimentale se aliniază pe aceeaşi curbă. Când înălţimea spumei devine mai mică de 180 mm, curbele de scurgere se deplasează spre dreapta cu atât mai mult cu cât este mai mică înălţimea acesteia. Totodată creşte durata de acumulare. Prin deplasarea curbelor cinetice spre dreapta, etapele cuprinse au valori ale timpului din ce în ce mai mici. De exemplu, pentru h = 50 mm, curba cinetică cuprinde numai zona de distrugere. În fig. 8.16. sunt prezentate curbele de scurgere, obţinute prin utilizarea cilindrilor de diferite diametre, dar cu aceeaşi înălţime a spumei (h = 170 mm). Cu creşterea diametrului cilindrului, curbele de scurgere se deplasează puţin spre stânga, păstrându-se pantele în stadiul de scurgere. Deci, viteza volumică maximă nu depinde de diametrul cilindrului.

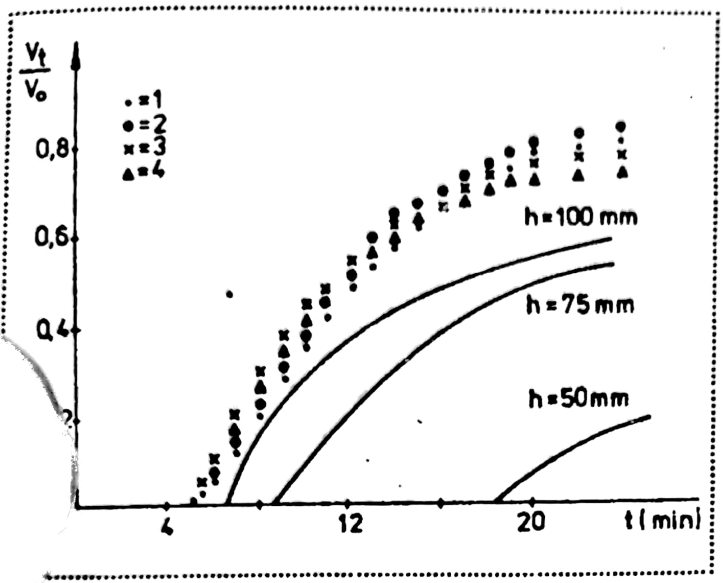


Fig. 8.15. Curbe de scurgere a lichidului din cilindrul cu spumă de înălţimi diferite: 1 - 440, 2 - 350, 3 - 250 şi 4 - 180 mm.

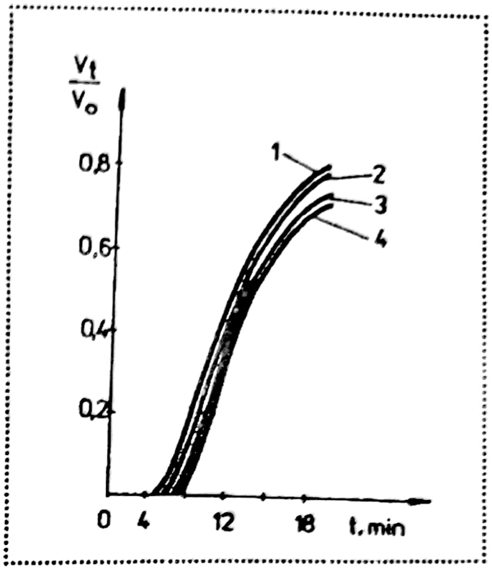


Fig. 8.16. Curbele de scurgere a lichidului din spumă utilizând cilindri de diferite diametre: 1 - 195, 2 - 128, 3 - 83, 4 - 60 mm.

Cum însă cu generatorul de spumă se pot obţine spume cu aceeaşi dispersitate, dar cu factori de multiplicare diferiţi prin menţinerea constantă a consumului de aer şi prin modificarea consumului lichid, s-au evaluat curbele de scurgere din spume cu înălţimea h = 440 mm, fig. 8.17. Cu creşterea factorului de multiplicare, curbele se deplasează spre dreapta, prin urmare se măreşte timpul de acumulare. Totodată, pentru viteza volumică maximă de scurgere nu depinde de factorul de multiplicare în intervalul K = 15-70. Aceasta înseamnă că viteza de scurgere a lichidului este proporţională cu volumul iniţial de lichid din spumă sau cu densitatea volumică iniţială. Pentru determinarea dependenţei sinerezei de dispersitatea spumelor cu acelaşi factor de multiplicare (K = 25) s-a menţinut constant raportul componenţilor (gaz şi lichid) şi s-a mărit volumul total. Diametrul mediu al bulelor în momentul obţinerii spumei s-a determinat prin microfotografiere şi apoi s-au prelucrat statistic valorile obţinute. Conform curbelor din fig. 8.18, cu creşterea dispersităţii (diametrul mediu al bulelor scade) viteza de scurgere creşte monoton. În timp, spumele îşi modifică structura şi punctele de inflexiune nu vor apărea după aceeaşi durată. Deci, dintre toţi parametri structurali, asupra vitezei maxime relative de scurgere a fluidului intervine numai dispersitatea. Cu creşterea diametrului bulelor, valoarea vitezei relative de scurgere a lichidului din spumă creşte. Din evaluarea influenţei parametrilor de compoziţie (natura chimică şi concentraţia SAS, temperatura, aciditatea, alte adaosuri etc) asupra vitezei de scurgere a lichidului nu s-au tras concluzii certe. De exemplu, viteza maximă de scurgere, depinde de concentraţia agentului de spumare fig. 8.19.

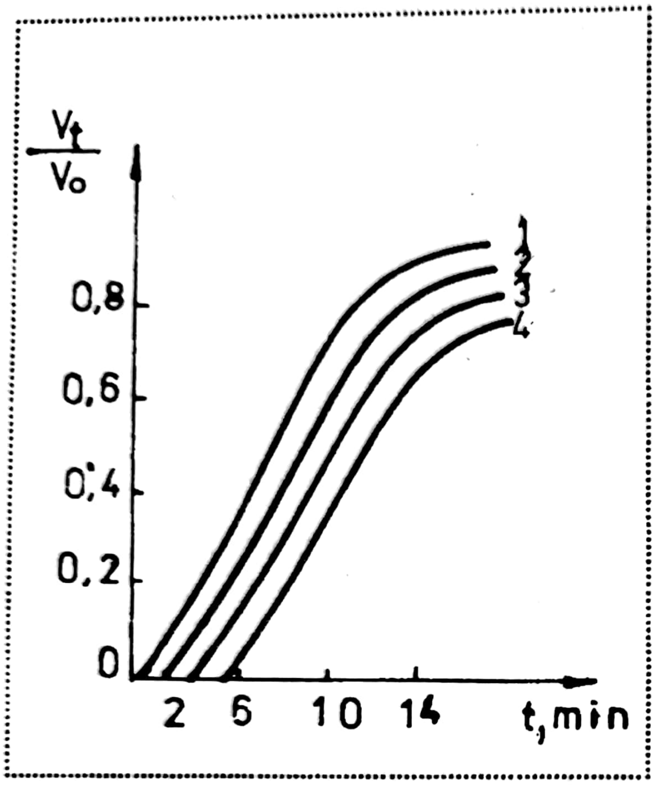


Fig. 8.17. Curbe de scurgere ale lichidului din spume cu factorul de multiplicare 1 - 15, 2 - 30, 3 - 50, 4 - 70.

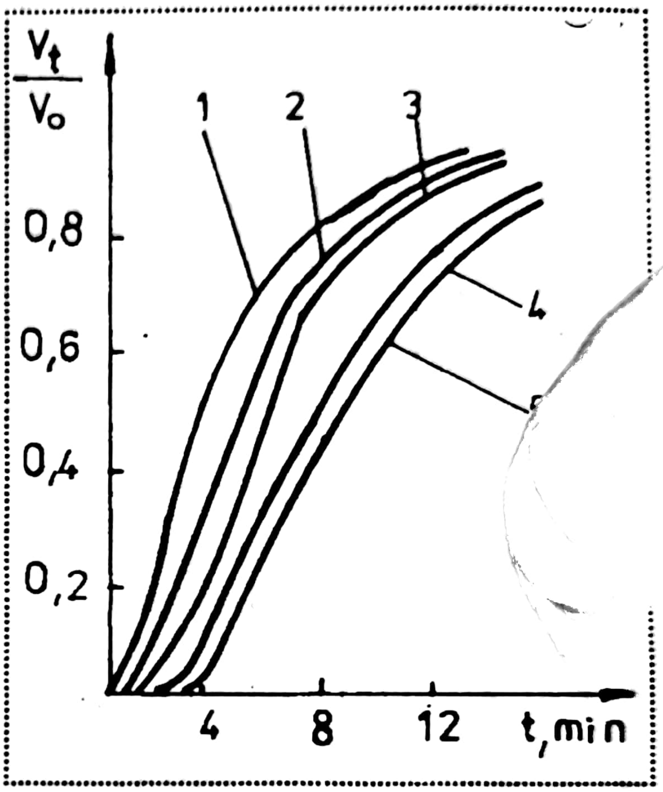


Fig. 8.18. Curbe de scurgere din spume cu K: 1 - 0,32; 2 - 0,26; 3 - 0,20; 4 - 0,14 şi 5 - 0,11 mm.

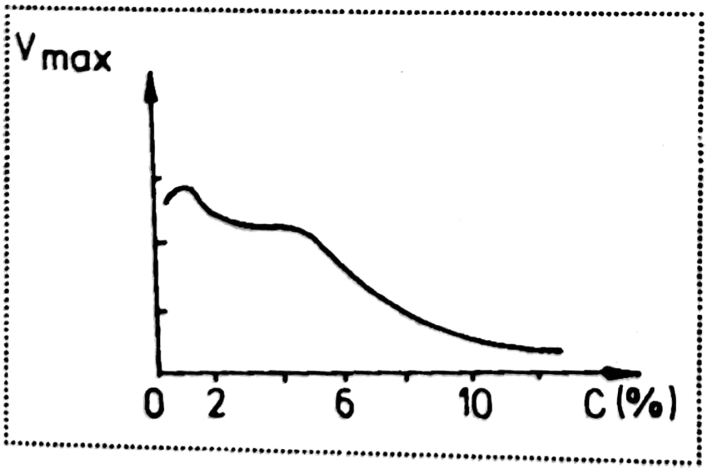
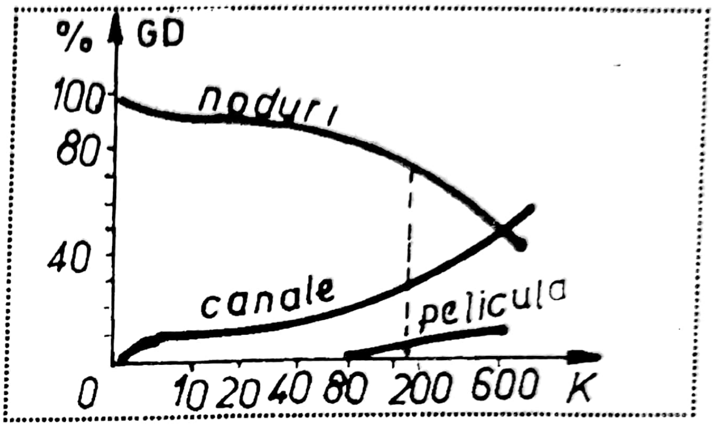


Fig. 8.19. Dependenţa vitezei maxime de scurgere a lichidului de concentraţia agentului de spumare.

Dependenţele curbelor de sinereză ale spumelor de parametri structurali şi de cei de compoziţie se poate corela cu distribuţiile lichidului de spumare în noduri, canale şi în peliculă, fig. 8.20.

Fig. 8.20. Distribuirea lichidului între elementele structurale ale spumei în dependenţă de factorul de multiplicare.



Pentru valori mai mici şi medii ai ctorului de multiplicare, lichidul distribuit mai mult în nodurile ei. La graniţa inferioară a elor poliedrice (K = 170) - a întreruptă - nodurile conţin aproximativ 70 % din volumul de lichid. Numai pentru factori de multiplicare mai mari de 500 volumul de lichid inclus în canale devine preponderent.

Sinereza spumei depinde de suprafaţa de contact, fixă sau mobilă. În aplicaţii textile se defineşte capacitatea de udare a spumei prin relaţia:

$$CU\ (\%) = D^2 \cdot 100/d^2 - 100$$

în care: d - diametrul cilindrului cu spumă; D- diametrul de udare al materialului textil după 30 secunde de contact cu spuma.

8.4.4. Instalaţii de producere şi de aplicare a spumei

Spuma poate fi obţinută prin metode fizice sau prin metode chimice. În metodele chimice, faza gazoasă provine din reacţiile chimice care se desfăşoară în faza lichidă sau din solubilizarea gazelor la înaltă presiune. În ultimul caz prin scăderea presiunii din reactor se eliberează gazul care spumează soluţia.

Primele încercări de obţinere a spumei pe cale fizică se bazau pe agitarea soluţiei de spumare dintr-un recipient închis o cantitate suficientă de aer. Pentru obţinerea reproductibilităţii rezultatelor se are în vedere forma şi dimensiunile balonului, cantitatea de lichid, calitatea şi intensitatea agitării. Prin agitare se pot obţine spume cu diametrul

Dependenţele curbelor de sinereză ale spumelor de parametri structurali şi de cei de compoziţie se poate corela cu distribuţiile lichidului de spumare în noduri, canale şi în peliculă, fig. 8.20.

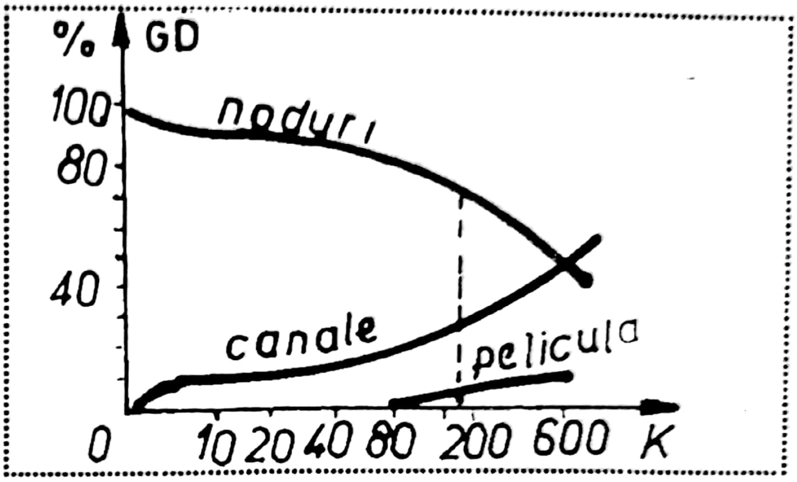


Fig. 8.20. Distribuirea lichidului între elementele structurale ale spumei în dependenţă de factorul de multiplicare.

Pentru valori mai mici şi medii ai factorului de multiplicare, lichidul este distribuit mai mult în nodurile spumei. La graniţa inferioară a spumelor poliedrice (K = 170) - linia întreruptă - nodurile conţin aproximativ 70 % din volumul de lichid. Numai pentru factori de multiplicare mai mari de 500 volumul de lichid inclus în canale devine preponderent.

Sinereza spumei depinde de suprafaţa de contact, fixă sau mobilă. În aplicaţii textile se defineşte capacitatea de udare a spumei prin relaţia:

$$CU\ (\%) = D^2 \cdot 100/d^2 - 100$$

în care: d - diametrul cilindrului cu spumă; D- diametrul de udare al materialului textil după 30 secunde de contact cu spuma.

8.4.4. Instalaţii de producere şi de aplicare a spumei

Spuma poate fi obţinută prin metode fizice sau prin metode chimice. În metodele chimice, faza gazoasă provine din reacţiile chimice care se desfăşoară în faza lichidă sau din solubilizarea gazelor la înaltă presiune. În ultimul caz prin scăderea presiunii din reactor se eliberează gazul care spumează soluţia.

Primele încercări de obţinere a spumei pe cale fizică se bazau pe agitarea soluţiei de spumare dintr-un recipient închis o cantitate suficientă de aer. Pentru obţinerea reproductibilităţii rezultatelor se are în vedere forma şi dimensiunile balonului, cantitatea de lichid, calitatea şi intensitatea agitării. Prin agitare se pot obţine spume cu diametrul mediu al bulelor de ordinul a 10^{-1} mm, iar factorul de multiplicare nu este mai mare de 15-20.

În alte variante se propune barbotarea aerului în lichidul staţionar. Pentru a se obţine o distribuţie uniformă a gazului se folosesc site sau filtre poroase imersate în lichid. Indicii spumei depind de parametri instalaţiei (dimensiunea porilor, înălţimea lichidului, diametrul aparatului) şi de parametri tehnologici ai procesului (natura şi viteza gazului, concentraţia şi temperatura soluţiei etc). Se obţin spume cu factor de multiplicare mic. Prin utilizarea filtrelor cu diferite grade de porozitate se poate modifica dispersitatea. Ca dezavantaje se enumeră: consum energetic mare, productivitate mică, reglarea anevoioasă a factorului de multiplicare şi a dispersităţii.

În ultimii ani s-au elaborat variante de obţinere a spumei prin amestecarea energetică a lichidului şi a gazului într-un malaxor hidrodinamic. În fig. 8.21.a se prezintă schema de principiu a unei instalaţii de laborator. Soluţia de spumare este vehiculată din recipientul ermetic 1, prin ventilul de reglare 2 şi prin debitmetrul 3 în malaxorul hidrodinamic 4 datorită presiunii realizate cu aerul uscat. În malaxor este introdus aerul uscat al cărui consum se reglează prin ventilul 5 şi se măsoară cu debitmetrul 6. Spuma formată este dirijată prin furtunul 7. În fig. 8.21. b. se prezintă un sistem de agitare hidrodinamic. Spuma rezultă prin amestecarea componenţilor ca urmare a schimbării direcţiei. În exemplele de mai sus, factorul de multiplicare poate fi modificat prin alegerea raportului volumic al componenţilor.

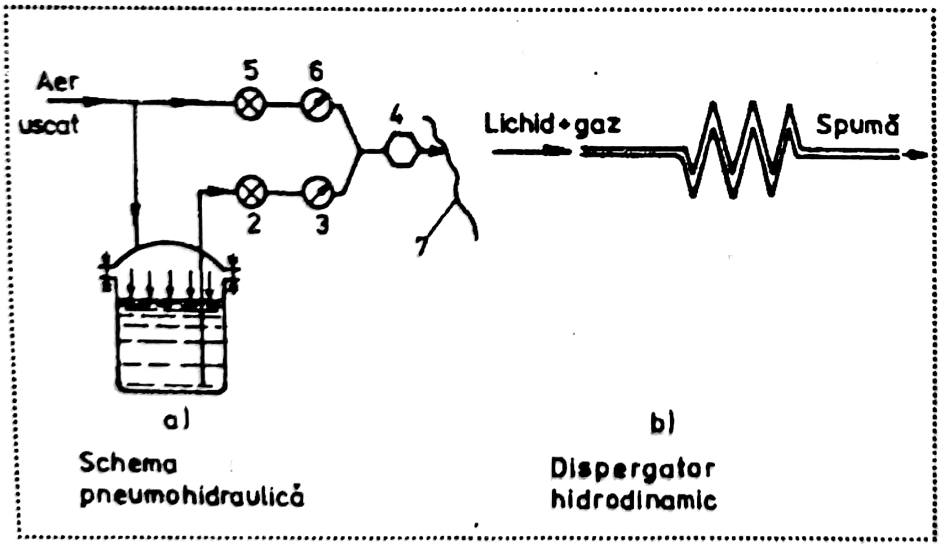


Fig. 8.21.
Generatoare de spumă.
a. schema pneumohidraulică;
b. dispergator hidrodinamic.

Dispersitatea spumei poate fi modificată dacă se păstrează constant raportul componenţilor şi se creşte volumul total supus spumării [24].

Pentru tratarea semifilatelor din lână, Kapitanov [26] propune un generator de spumă, fig. 8.22, format din conducta 9 cu diametrul de 38 mm în care este practicată fanta 3. Semifilatul 1 prin tija reglabilă 6 este apăsat în fantă pe înălţimea z. În partea inferioară a conductei 9 este poziţionată conducta de aer 10 prevăzută cu orificiile 8. Cu manometrul 12 (precizia de măsurare 1,67 mm col. apă) se controlează presiunea aerului şi care se reglează prin ventilul 11. Aerul uscat este înmagazinat în vasul tampon 13. Nivelul lichidului din conducta 9 se determină cu aparatul optic 4 cu o precizie de 50 μm.

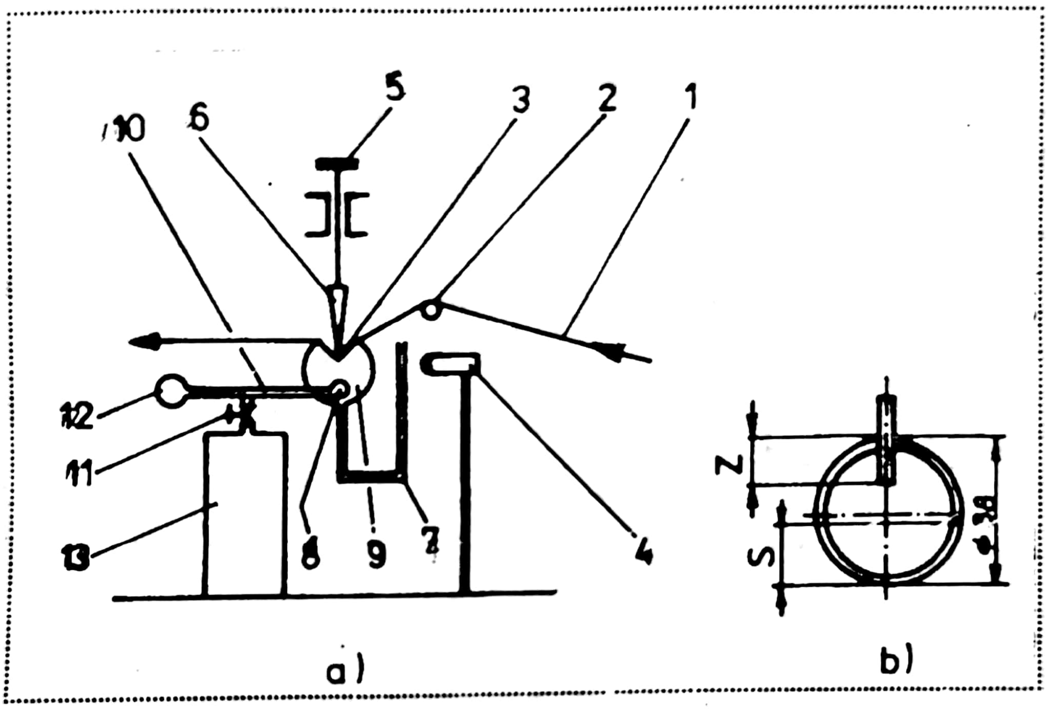


Fig. 8.22. Generator de spumă pentru tratarea semifilatelor.
1 - semifilat, 2 - rolă, 3 - fantă, 4 - aparat optic, 5 - piuliţă, 6 - tijă, 7 - tub de nivel, 8 - orificiu, 9 - conductă cu lichid de spumare, 10 - conductă pentru aer, 11 - ventil, 12 - manometru, 13 - recipient pentru aer uscat.

Cantitatea de spumă depusă pe semifilat se reglează prin modificarea dimensiunilor geometrice s şi z şi a presiunii aerului. Prin creşterea presiunii aerului, creşte cantitatea de spumă generată în unitatea de timp şi, deci, cantitatea de lichid depusă pe semifilat. Pentru a se depune o cantitate de 3,5 % lichid pe semitortul de lână cu fineţea 400 tex care se deplasează cu viteza de 2,71 m/min se adoptă: z = 9,25 mm, s = 22 mm, P = 26,58 mm col.apă.

Într-o altă variantă constructivă, acelaşi autor [27] propune un generator de spumă, fig. 8.23, în care semifilatul 9 este imersat în mediu de spumă în manşoanele 10, 11, 12 înfiletate astfel încât prin fantele 13 şi 14 să vină în contact cu spuma care este vehiculată prin canalul 4, prin orificiile 5 şi 6 diametral opuse prin canalele 7 şi 8. Prin conducta 2, în capacitatea cilindrică 1 se trimite emulsia 16 al cărui nivel se menţine constant. Prin conducta 3, sub presiune, se introduce aer. În candul 4 se formează spuma. Cantitatea de lichid depusă pe semifilat şi uniformitatea cresc prin mărirea presiunii aerului şi prin scăderea rezistenţei hidraulice din sistem.

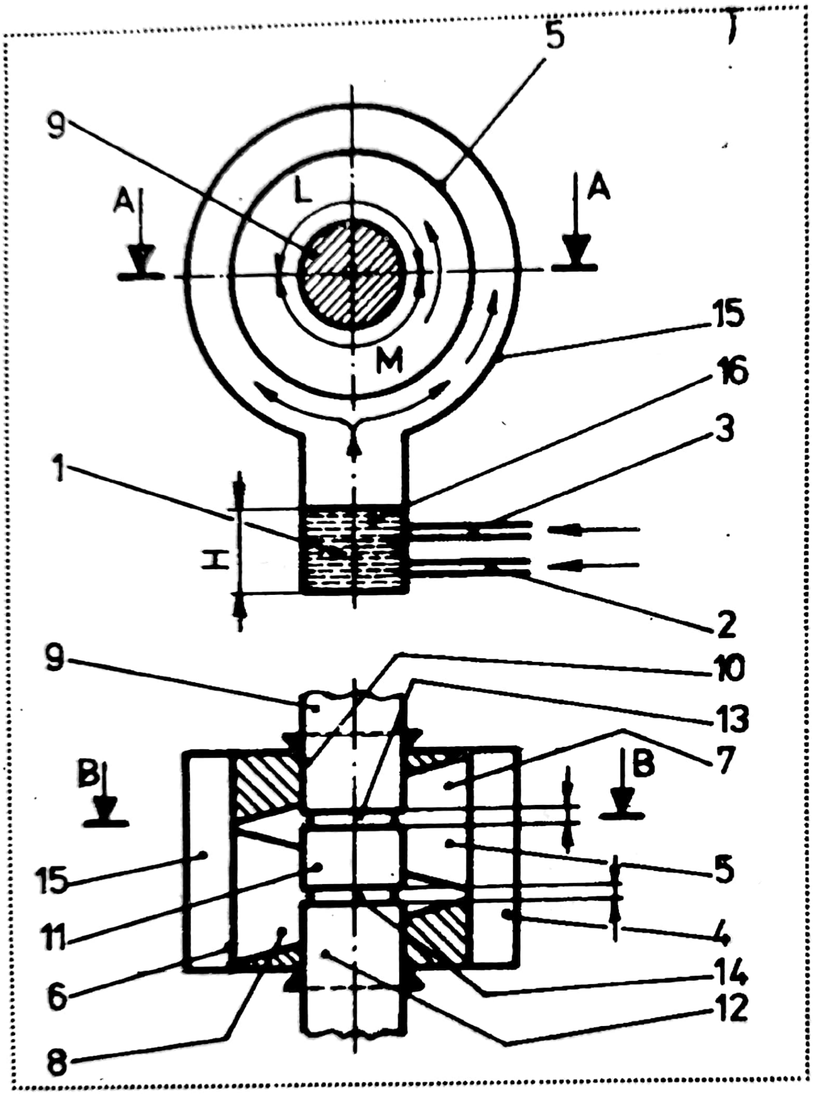


Fig. 8.23. Generator de spumă pentru tratarea din mediu de spumă a semifilatelor.

1 - capacitatea cilindrică;
2 - conducta pentru emulsie;
3 - conducta pentru aer;
4 - con cu spumă;
5, 6 - orificii;
7, 8 - canale de distribuţie;
9 - semifilat;
10, 11, 12 - manşoane;
13, 14 - fante;
15 - batiu.

Pentru depunerea de agenţi de liere pe tricoturile tubulare supuse despicării se propune o instalaţie de generare a spumei cu care se asigură o încărcare constantă a materialului textil pe o lăţime reglabilă cuprinsă între 5 şi 10 cm, fig. 8.24. Aerul sub presiune este dirijat prin elementele 11, 3, 6, 7 către recipientul 1 umplut cu soluţia de spumare şi către generatorul de spumă 4. Prin reglarea rezistenţelor pneumatice 3 şi 6 se asigură un raport constant între debitele de fluid şi de gaz. Diodele 5 şi 6 asigură un sens unic de parcurs al fluidelor către generatorul de spumă 4.

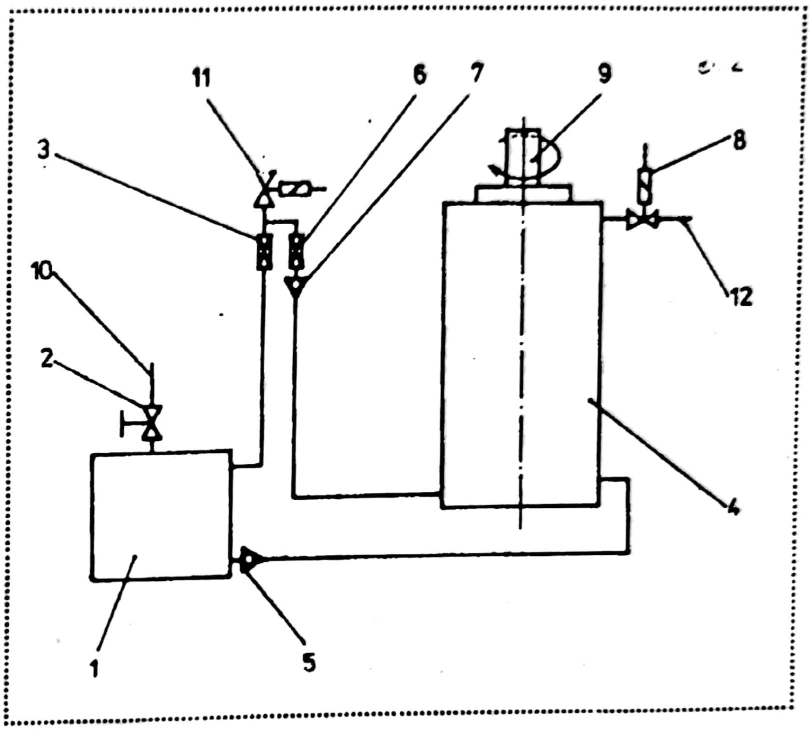


Fig. 8.24. Schema de principiu a instalaţiei de generare a spumei [28].
1 - recipient sub presiune;
2 - ventil; 3 - rezistenţa pneumatică; 4 - generator de spumă; 5 - diodă hidraulică;
6 - rezistenţa pneumatică;
7 - diodă pneumatică;
8 - electroventil; 9 - axul rotorului; 12 - conductă de evacuare a spumei;
11 - electroventil.

Generatorul de spumă, fig. 8.25, de formă cilindrică este prevăzut cu un rotor 9 acţionat de la un motor electric cu turaţia variabilă şi pe care sunt poziţionate cuiele 10, dispuse elicoidal. Pe partea inferioară se alimentează cu soluţia de spumare şi cu aer, iar pe la partea superioară se transportă spuma generată. Orificiile duzelor de alimentare cu soluţie şi cu aer se menţin constante.

Pentru impregnarea unui produs în formă de foaie, colectivul de la „CERTEX" S.A. Bucureşti [29] propune o instalaţie de generare a spumei pentru uz industrial, fig. 8.26. Elementul cheie al instalaţiei, generatorul de spumă A, realizează spumarea soluţiei de impregnare în amestecul cu aerul în dispozitivul de amestec compus dintr-un rotor 1, fig. 8.27, construit dintr-un oţel inoxidabil şi prevăzut cu un număr mare de dinţi din oţel inoxidabil şi aliniaţi pe generatoarea rotorului şi un stator cilindric, construit din oţel inox în care sunt montaţi radial un număr mare de dinţi cu aceleaşi caracteristici ca cei de pe stator şi care se întrepătrund între ei. Antrenarea rotorului se face de către un motor electric 3 prin intermediul unui arbore 4 susţinut de către un suport special 5 şi nişte lagăre cu rulmenţi 6, un angrenaj cu roţi dinţate 7 şi un cuplaj cu dinţi 8 care protejează capul de mixare la suprasarcini sau accident prin patinare. Substanţa de impregnare vine printr-o conductă 9 şi printr-un robinet 10 într-un rezervor tampon 11 prevăzut cu un sistem de nivel constant cu flotor 12 şi un robinet de golire-spălare 13, trece printr-un robinet 14 şi o conductă 15 într-o pompă cu şurub 16 care printr-o conductă flexibilă şi transparentă 17 trimite această substanţă în dispozitivul de amestec. Aerul care contribuie la formarea spumei intră în generatorul de spumă printr-o conductă 18 pe care este montat un manometru 19, trece printr-un robinet cu cep 20 într-un vas de expansiune 21, un regulator de presiune 22, un robinet 23 de reglare automată a debitului de aer comandat, o conductă fixă 24 pe care este montat un manometru 25.

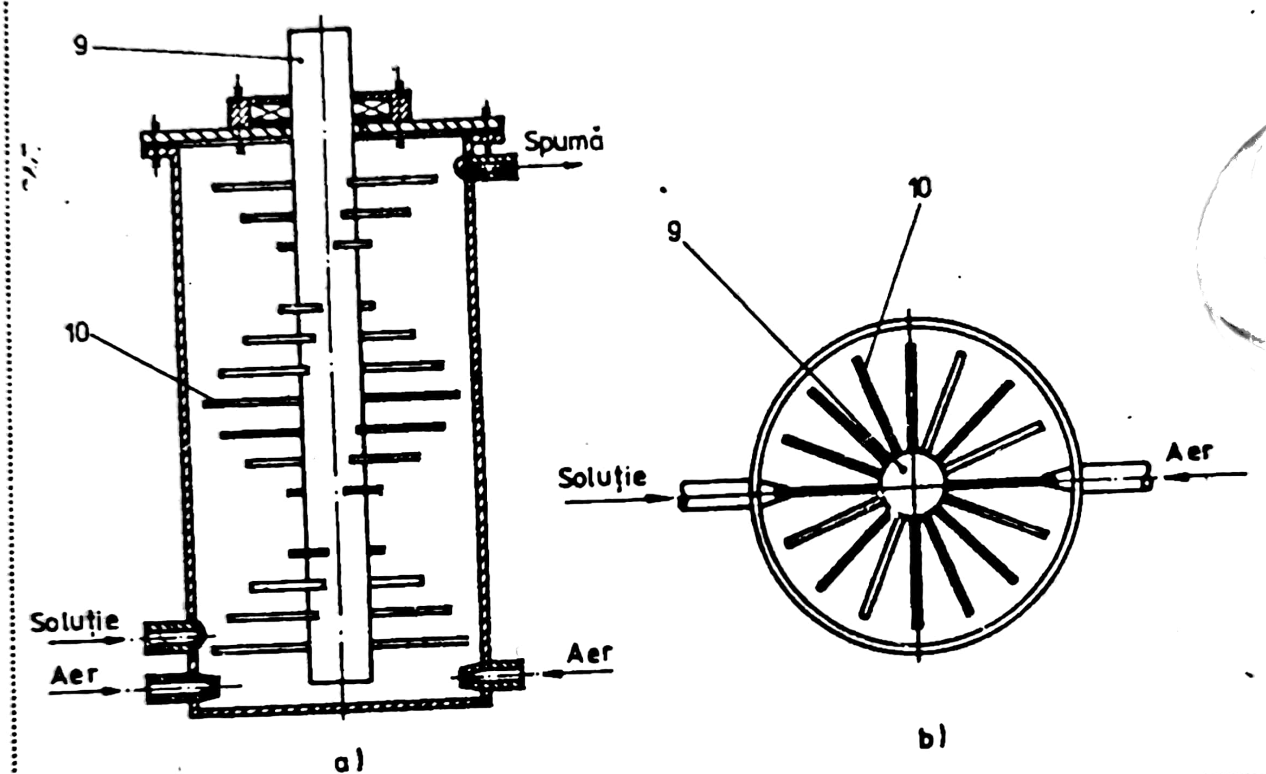


Fig. 8.25. Generator de spumă. 9 - rotor; 10 - tije.

Firma Küsters propune o variantă compactizată, de generator de spumă (fig. 8.28), utilizat pentru producerea spumei în limite largi (vopsire, imprimare, tratamente de finisare superioară). Capul de amestec şi statorul au pe suprafaţa exterioară, respectiv interioară, proeminenţe care se întrepătrund, asigurîndu-se astfel o amestecare uniformă.

Mixerul de spumare este conectat cu un microprocesor cu ajutorul căruia se asigură un factor constant de multiplicare pe baza unor valori stabilite pentru turaţia capului de spumare, cantităţile de lichid şi aer la o anumită viteză de deplasare a materialului textil în corelaţie cu consumul specific de spumă. Pentru depunerea spumei pe materialele textile se utilizează dispozitive (fig. 8.29), prevăzute cu un cilindru (a), cu un raclu şi doi cilindri de stoarcere (b), numai cu doi cilindri amplasaţi pe orizontala (c) sau pe verticala (d), cu fantă de distribuţie (e) [30, 16, 31, 32, 33, 34, 35].

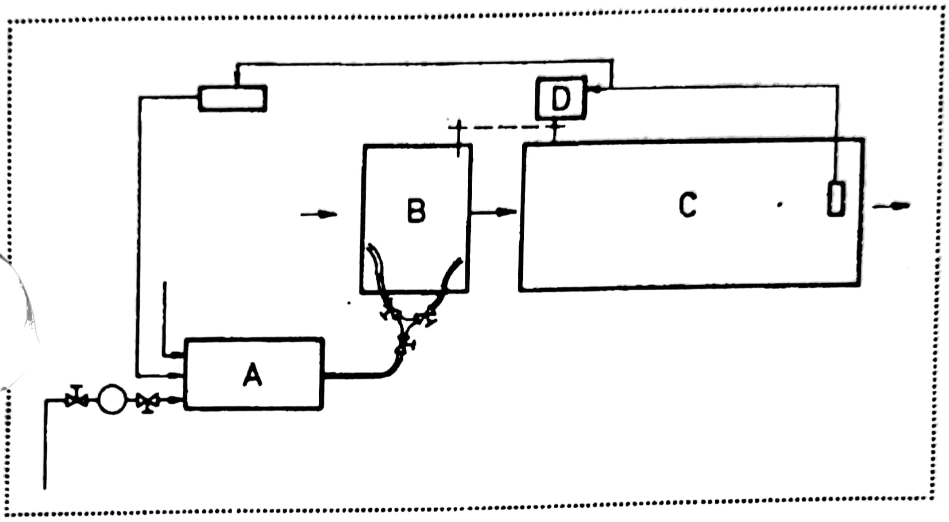


Fig. 8.26. Schema de bloc a instalaţiei de aplicare din mediu de spumă.
***A** - generator de spumă; **B** - maşină pentru depunerea spumei;*
***C** - maşina de uscat; **D** - grup de antrenare.*

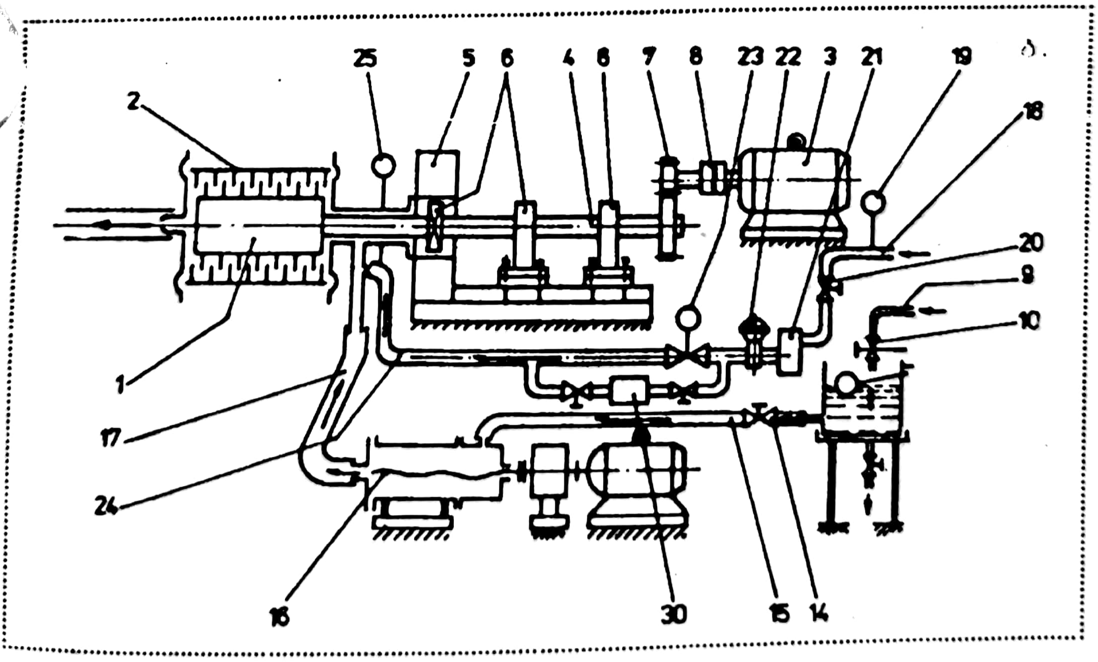

25
5
6
4
6
7
8
23
22
3
21
19
18
2
20
9
10
1
17
24
16
30
15
14

Fig. 8.27. Generator de spumă.

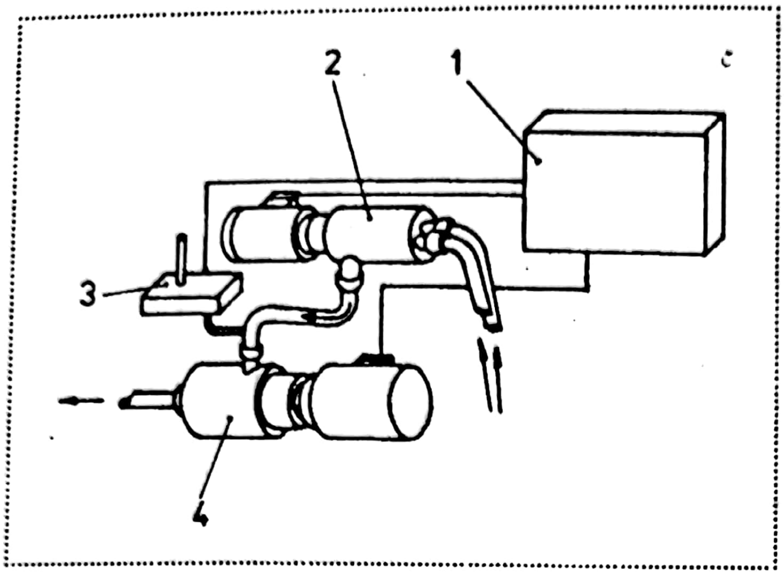


Fig. 8.28. Generator Küsters. 1 - tablou electric de comandă; 2 - dozator soluţie; 3 - dozator aer; 4 - generator de spumă.

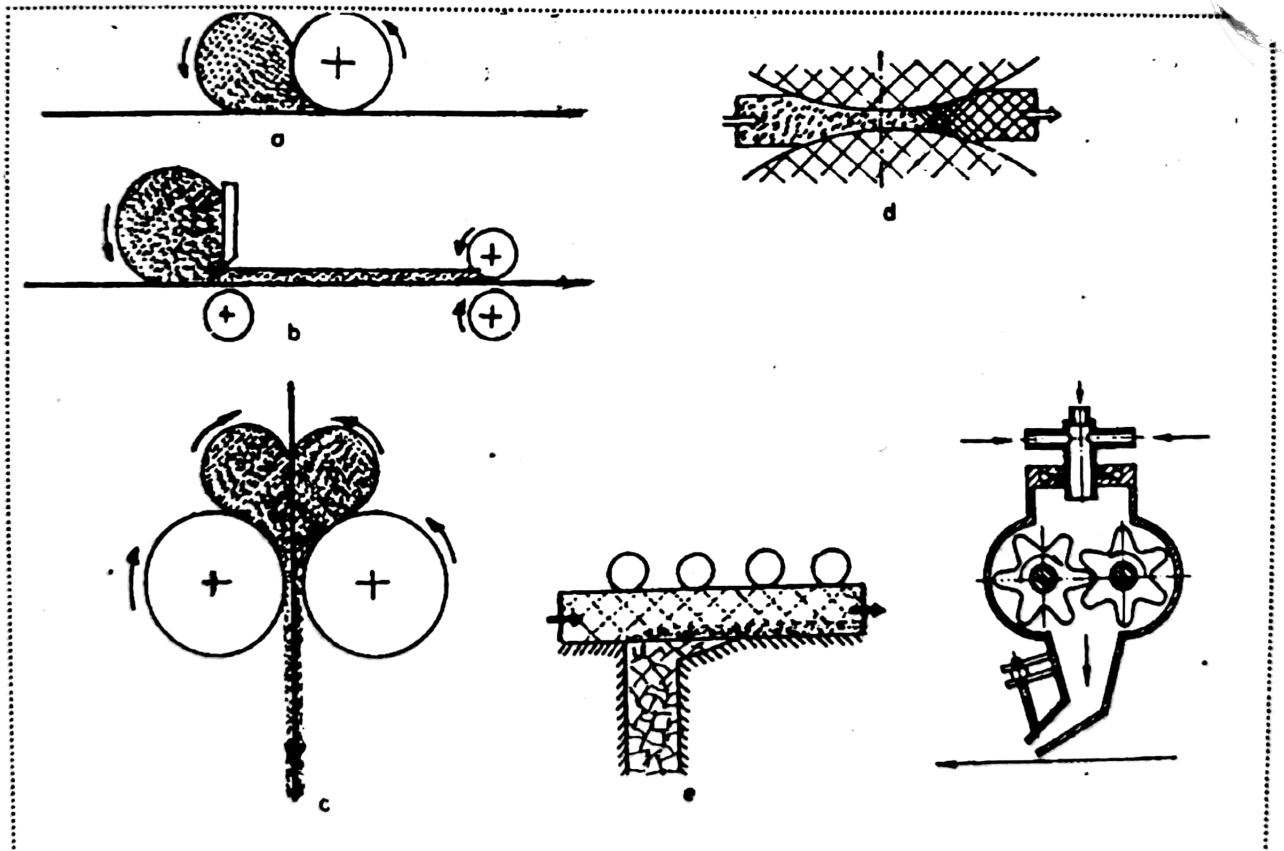


Fig. 8.29. Dispozitive de depunere a spumei pe materialele textile.

În cazul imprimării materialelor textile, se folosesc componente speciale amplasate în interiorul şabloanelor rotative, fig. 8.30. [18].

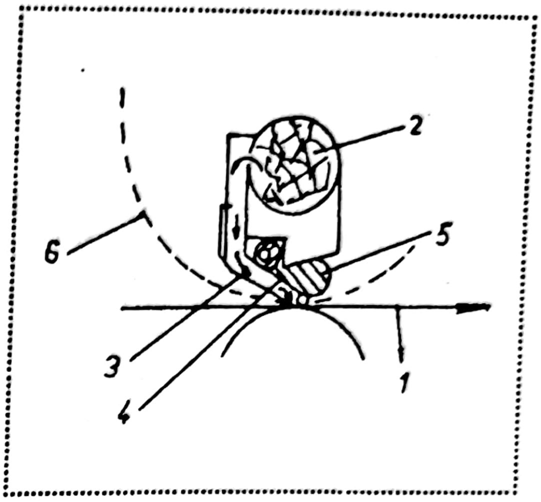


Fig. 8.30. *Şablon rotativ pentru depunerea spumei.* ***1*** *- materialul textil;* ***2*** *- carcasă cilindrică;* ***3, 4*** *- palete;* ***5*** *- burduf cu aer;* ***6*** *- sita şablonului.*

8.4.5. Aplicaţii din mediu de spumă

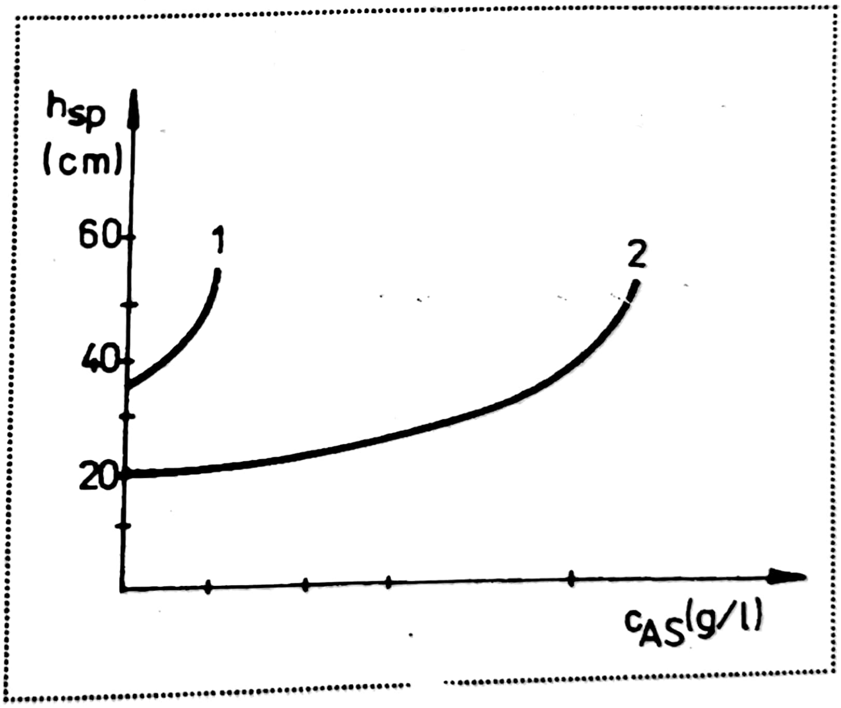


Fig. 8.31. *Înălţimea spumei obţinută cu dodecilbenzensulfanat de sodiu (a) şi cu nonilfenoletoxilat de sodiu (b).*

Pentru finisarea materialelor textile se utilizează spume care conţin: substanţe care conduc la obţinerea efectului tehnologic, (coloranţi, precondensate, catalizatori, electroliţi etc.) agent de spumare, agent de stabilizare, apă, aer. Agenţii de spumare trebuie să îndeplinească condiţiile: să nu fie sensibili la modificări de pH, nu trebuie să înrăutăţească indicii de calitate ai materialului, să prezinte o solubilitate în mediul de aplicare, să fie compatibili cu substanţele chimice, să se îndepărteze uşor de pe materialul textil. Deoarece volumul de lichid este mic se aleg agenţi de spumare cu efecte la concentraţii mici fig. 8.31. [36].

Pentru acelaşi agent de spumare, în funcţie de factorul de multiplicare se pot obţine spume caracterizate prin densitate masică şi prin viscozitate. Prin creşterea factorului de multiplicare creşte viscozitatea spumei într-o măsură mai mare decât scăderea densităţii. Deja, pentru valori ale factorului de multiplicare mai mari de 8, modificarea densităţii este nesemnificativă, fig. 8.32. [23].

Datorită prăbuşirii structurii interne, în timp, are loc scăderea viscozităţii, într-o măsură mai mare pentru spumele nestabilizate (fig. 8.33). Agenţii de stabilizare (stearat de sodiu, alginat de sodiu etc.) utilizaţi în concentraţii de 0,1-0,5 g/l nu trebuie să fie sensibili la variaţiile de pH şi trebuie să fie compatibili cu componenţii sistemului. Prin adăugare de agent de stabilizare se modifică nesemnificativ viscozitatea fig. 8.33.

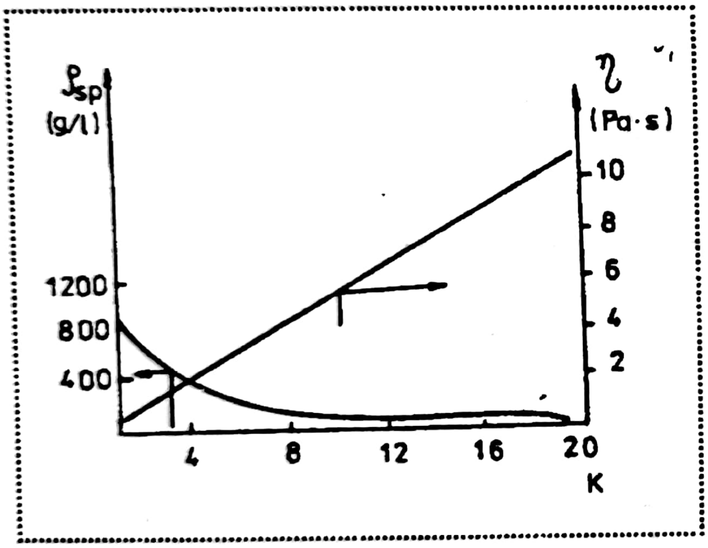


Fig. 8.32. Influenţa factorului K asupra densităţii masice şi a vâscozităţii spumei.

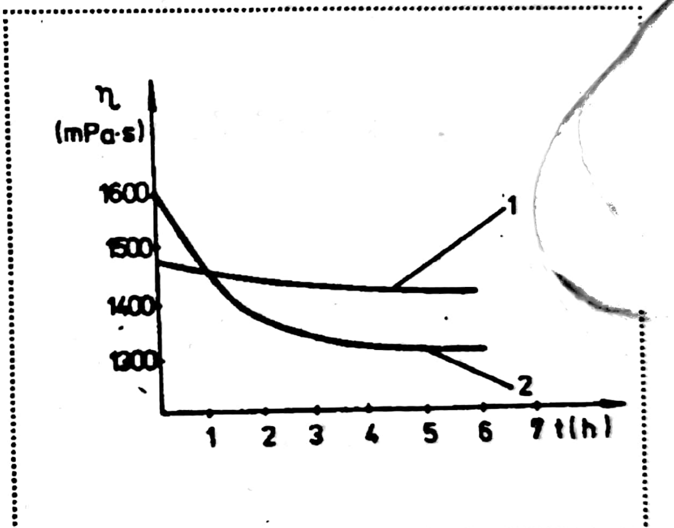


Fig. 8.33. Vâscozitatea spumelor stabilizate (1) şi nestabilizate (2).

Totodată, corelaţia dintre viscozitate şi densitate depinde de concentraţia agentului de stabilizare. De exemplu, prin creşterea concentraţiei agentului de stabilizare de la 0 la 3 g/l, corelaţia devine mai strânsă, fig. 8.34 [32].

Datorită colapsului, în timp, are loc redistribuirea bulelor de gaz după valoarea diametrului (fig. 8.35). De aceea pentru a se obţine tratamente uniforme se impune luarea tuturor măsurilor ca parametri spumei să fie constanţi. Cantitatea de spumă produsă de generator trebuie să fie consumată integral într-un timp foarte scurt [32].

Gradul de încărcare al materialului textil cu lichidul care rezultă prin spargerea spumei de durata de contact în fanta de depunere, fig. 8.36.

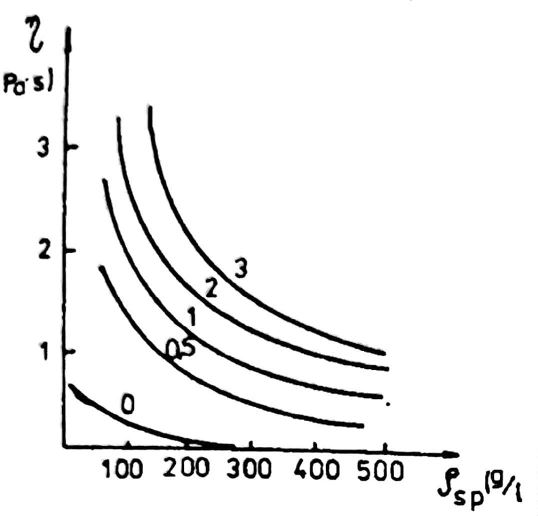


Fig. 8.34. Influenţa concentraţiei agentului de stabilizare asupra dependenţei viscozitate-densitate.

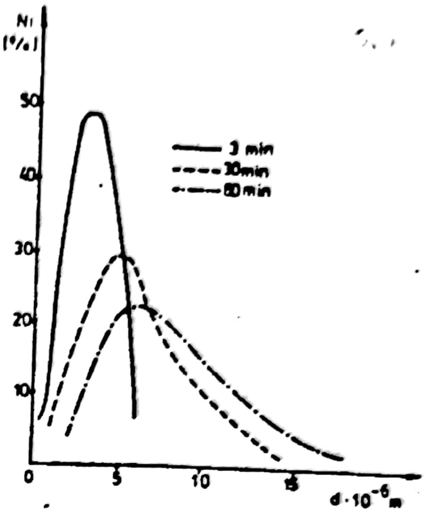
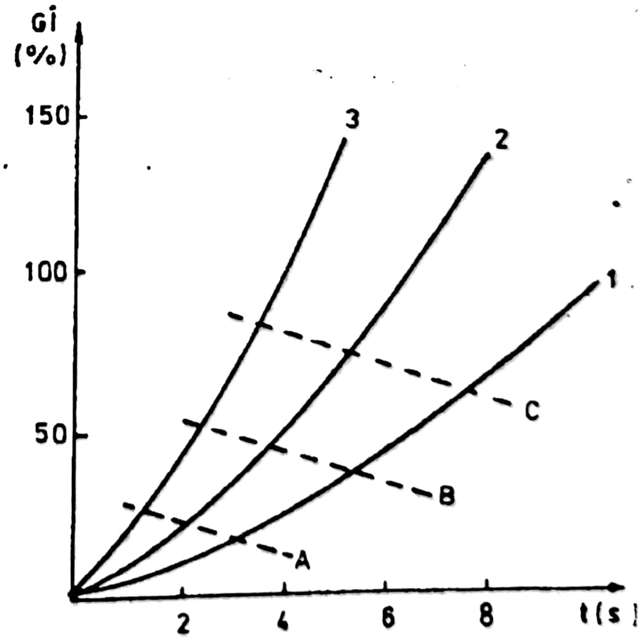


Fig. 8.35. Distribuţia bulelor de gaz în spumă după 3 min, 30 min, şi 60 min de la obţinere.

Fig. 8.36. Gradul de încărcare al materialului textil în funcţie de timpul de contact cu spuma.



Prin creşterea debitului de aer, deci prin scăderea densităţii spumei, creşte gradul de încărcare al materialului textil, necesitînd o durată de contact mai mică. Lăţimea zonei de contact se micşorează foarte mult sau la aceeaşi lăţime se creşte viteza de transport a materialului. Adâncimea de pătrundere a lichidului din spumă (A < B < C) în material creşte odată cu scăderea densităţii spumei, deci, indirect, cu creşterea gradului de încărcare [32].

Frecvent, în procesele de finisare textilă se utilizează spume caracterizate prin factorul de multiplicare cuprins între 3 şi 8. În acest domeniu de valori, parametri spumei (viscozitatea, densitatea, distribuţia bulelor de gaz după diametru etc.) suferă modificări esenţiale la variaţii mici ale factorului de multiplicare. Dacă se consideră influenţa negativă a unor substanţe de finisare asupra sinerezei, atunci se impune ca procesul de generare a spumei să fie controlat cu stricteţe prin debitele de aer şi de lichid, prin turaţia rotorului, prin adaosul de ingrediente, temperatură etc.

Pentru depunerea uniformă a spumei pe materialul textil se utilizează site foarte fine, iar pentru a se asigura adâncime cât mai mare se utilizează vidul sau se efectuează aburirea la temperatură de 90-100 °C. Totodată, prin încălzire, spuma se reduce.

În finisarea textilelor, spuma se utilizează în operaţiile de pregătire, vopsire, imprimare, finisare superioară.

De exemplu, în finisarea tricotajelor din lână se pot efectua din mediu de spumă tratamente pentru stabilirea formei prin aplicare de bisulfit de sodiu sau adaos de polimeri, tratamente de neîmpâslire cu polimeri, hipoclorit de sodiu sau alte substanţe generatoare de clor, albirea cu apă oxigenată, emoliere etc. [37, 15, 16, 19, 20].

Pentru vopsirea covoarelor, flota este depusă pe covor în cantitate minimă, prin intermediul unui cilindru de aplicare, fiind măsurată continuu cu un regulator care o menţine la un nivel constant. Ulterior flota se transformă în spumă, pe cale mecanică, ajutorul unui robot profilat şi este distribuită uniform în pluşul covorului care se intr în aburitor. Noua metodă de aplicare din mediu de spumă se bazează pe volumul existent în covor în cantitate de 90-95 %. Prin comprimarea şi relaxarea alter rapidă, a pluşului, flota introdusă se transformă în spumă. Se obţin valori ale fact de multiplicare de 10-20. Datorită evitării pierderilor de flotă, obţinute prin aplicarea acesteia în cantităţi minime, se ajunge la o bună reproductibilitate. Chiar şi în cazul aplicării unei cantităţi de 30 % din flota de vopsire se poate obţine o repartiţie uniformă a colorantului. Deoarece nu au loc pierderi de flotă ca în cazul vopsirii continue, consumul de colorant se reduce cu 10-20 %. Totodată, se diminuează consumul de apă, energie şi abur. Agentul de îngroşare poate fi eliminat din sistem [38].

Vopsirea bumbacului cu coloranţi reactivi din mediu de spumă depinde de factorul de multiplicare, precum şi de concentraţia tensidelor şi stabilizatorilor. În scopul intensificării procesul de udare, materialul textil a fost supus, în prealabil, unui tratament cu un agent de udare. Spuma s-a generat dintr-o soluţie formată din 10 g/l colorant, 10 g/l uree, 10 g/l clorură de sodiu, 10 g/l carbonat de sodiu, agent de spumare, stabilizator (alginat de sodiu). După aplicarea spumei, materialul textil a fost depozitat peste noapte la temperatura mediului. Se obţin vopsiri pătrunse [39].

Frecvent, în procesele de finisare textilă se utilizează spume caracterizate prin factorul de multiplicare cuprins între 3 şi 8. În acest domeniu de valori, parametri spumei (viscozitatea, densitatea, distribuţia bulelor de gaz după diametru etc.) suferă modificări esenţiale la variaţii mici ale factorului de multiplicare. Dacă se consideră influenţa negativă a unor substanţe de finisare asupra sinerezei, atunci se impune ca procesul de generare a spumei să fie controlat cu stricteţe prin debitele de aer şi de lichid, prin turaţi rotorului, prin adaosul de ingrediente, temperatură etc.

Pentru depunerea uniformă a spumei pe materialul textil se utilizează site f fine, iar pentru a se asigura adâncime cât mai mare se utilizează vidul sau se efect aburirea la temperatură de 90-100 °C. Totodată, prin încălzire, spuma se reduce.

În finisarea textilelor, spuma se utilizează în operaţiile de pregătire, vops imprimare, finisare superioară.

De exemplu, în finisarea tricotajelor din lână se pot efectua din mediu de spumă tratamente pentru stabilirea formei prin aplicare de bisulfit de sodiu sau adaos de polimeri, tratamente de neîmpâslire cu polimeri, hipoclorit de sodiu sau alte substanţe generatoare de clor, albirea cu apă oxigenată, emoliere etc. [37, 15, 16, 19, 20].

Pentru vopsirea covoarelor, flota este depusă pe covor în cantitate minimă, prin intermediul unui cilindru de aplicare, fiind măsurată continuu cu un regulator care o menţine la un nivel constant. Ulterior flota se transformă în spumă, pe cale mecanică, cu ajutorul unui robot profilat şi este distribuită uniform în pluşul covorului care se introduce în aburitor. Noua metodă de aplicare din mediu de spumă se bazează pe volumul de aer existent în covor în cantitate de 90-95 %. Prin comprimarea şi relaxarea alternativă, rapidă, a pluşului, flota introdusă se transformă în spumă. Se obţin valori ale factorului de multiplicare de 10-20. Datorită evitării pierderilor de flotă, obţinute prin aplicarea acesteia în cantităţi minime, se ajunge la o bună reproductibilitate. Chiar şi în cazul aplicării unei cantităţi de 30 % din flota de vopsire se poate obţine o repartiţie uniformă a colorantului. Deoarece nu au loc pierderi de flotă ca în cazul vopsirii continue, consumul de colorant se reduce cu 10-20 %. Totodată, se diminuează consumul de apă, energie şi abur. Agentul de îngroşare poate fi eliminat din sistem [38].

Vopsirea bumbacului cu coloranţi reactivi din mediu de spumă depinde de factorul de multiplicare, precum şi de concentraţia tensidelor şi stabilizatorilor. În scopul intensificării procesul de udare, materialul textil a fost supus, în prealabil, unui tratament cu un agent de udare. Spuma s-a generat dintr-o soluţie formată din 10 g/l colorant, 10 g/l uree, 10 g/l clorură de sodiu, 10 g/l carbonat de sodiu, agent de spumare, stabilizator (alginat de sodiu). După aplicarea spumei, materialul textil a fost depozitat peste noapte la temperatura mediului. Se obţin vopsiri pătrunse [39].

Coloranţii acizi se pot aplica din mediu de spumă pentru vopsirea covoarelor din poliamidă prin procedeul pad-steam (8 minute, 100 °C). Se obţine creşterea gradului de fixare şi reducerea duratei de aburire (fig. 8.37) [32].

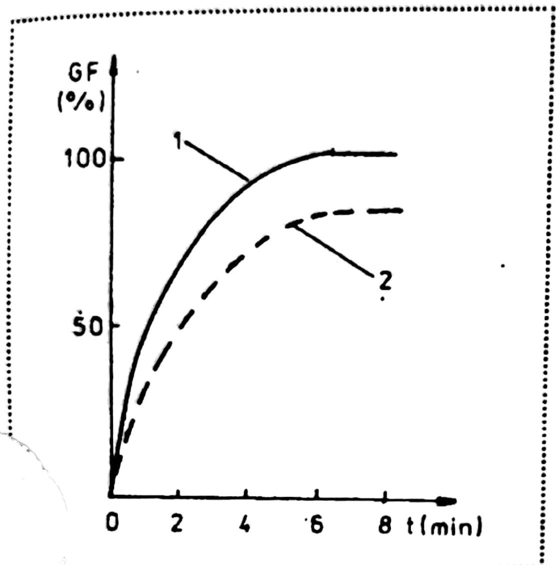


Fig. 8.37. Cinetica fixării colorantului. Acid black 172 în poliamida 6,6 prin aplicarea din spumă (1) şi convenţională (2).

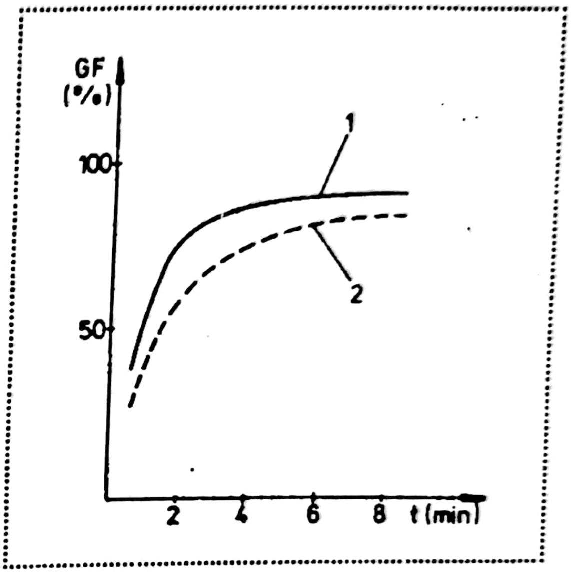


Fig. 8.38. Cinetica fixării colorantului Basic blue 41 prin aplicarea din spumă (1) şi convenţională (2).

S-a utilizat soluţia de spumare compusă din Matexil PA-5 (2 g/l), colorant (25 g/kg), acid acetic (15 g/l).

Aceleaşi rezultate s-au obţinut şi în cazul vopsirii din mediu de spumă a fibrelor acrilice (fig. 8.38). S-au utilizat soluţii formate din colorant (x g/l), Matexil DN-VL 200 - agent de spumare neionogen (10 g/l), acid acetic (2 g/l), cu x = 30-40 g/l.

Prin utilizarea coloranţilor premetalaţi 1:2 la vopsirea covoarelor din mediu de spumă s-a obţinut udarea profundă a pluşului din poliamidă prin folosirea substanţelor active de suprafaţă anionice în concentraţie de 0,1-0,2 %. S-au obţinut spume cu factorul de multiplicare 3-4. În acest caz, adâncimea relativă de pătrundere este de 70-80 % cu tendinţă de scădere prin creşterea multiplicării [40]. Se recomandă o concentraţie a agentului de spumare apropiată de concentraţia micelară critică. Adâncimea relativă de pătrundere depinde de natura agentului de îngroşare (solvitază C-5, carboximetilceluloza - CMC, poliacrilamida - PAA) (fig. 8.39).

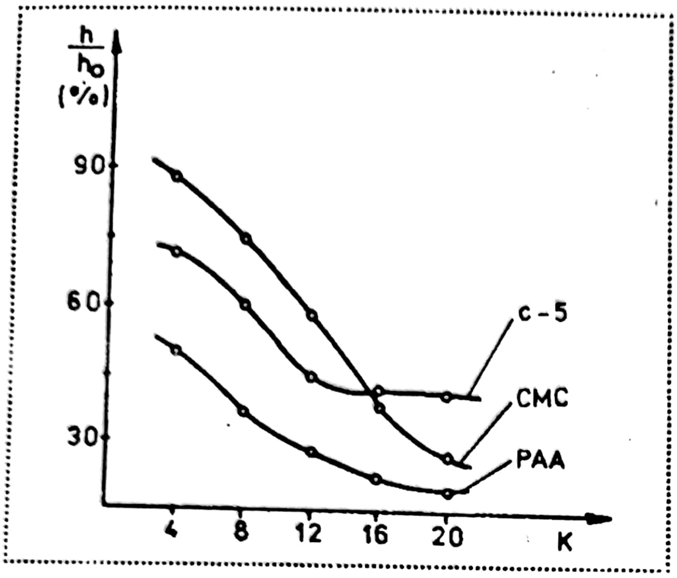


Fig. 8.39. Adâncimea de penetrare a spumei în dependenţă de factorul de multiplicare.

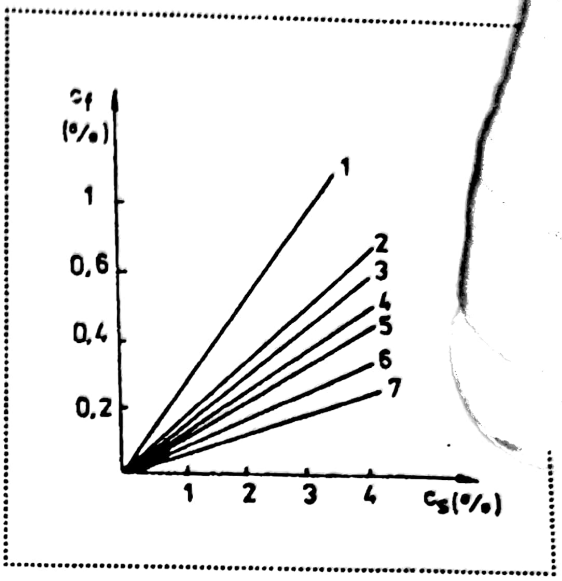


Fig. 8.40.** Colorant în fibră funcţie de concentraţia în spumă cu K: **1-1; 2-2; 3-3; 4-5; 5-8; 6-9,5; 7-12.

S-a demonstrat experimental că prin prezenţa SAS anionice colorantul se dispersează şi se dizolvă mai bine. Prin depunerea unui volum egal de spumă (V_{sp}), cantitatea de colorant fixată în fibră (c_f) este proporţională cu concentraţia din soluţia de spumare (c_s) şi este invers proporţională cu factorul de multiplicare (fig. 8.40) conform relaţiei:

$$c_f = c_s \cdot V_{sp} \cdot k/K \text{ şi}$$

$$c_{sp} = c_s \cdot k/K$$

în care: k - coeficient; h - grosimea stratului de spumă depus pe material.

În sistemul tinctorial neionic coloranţi de dispersie-triacetat s-a determinat şi coeficientul de difuzie la vopsirea din mediu apos şi din mediu de spumă (tab. 8.4). Se presupune formarea pe suprafaţa fibrei a unui strat multipelicular de lichid cu concentraţie mare de colorant. Pentru creşterea intensităţii vopsirii se recomandă spume înalt disperse şi adăugarea de intensificatori - substanţe organice polare (alchilencarbonaţi 5-7 %) [41]. Dacă pentru vopsire şi pentru tratamentele de finisare superioară sunt necesare spume cu stabilitate redusă, în schimb pentru imprimare acestea trebuie să aibă stabilitate mare.

Tabelul 8.4. *Valorile mărimilor termodinamice şi cinetice pentru sistemul tinctorial acetat-colorant de dispersie.*

Modelul şi colorantul	$-\Delta\mu$ kj/mol		$D \cdot 10^{-14}$ m^2/s	
	1	2	1	2
Azobenzen	17,46	26,34	1,65	1,96
Aminoazobenzen	15,44	29,07	1,24	1,48
Oranj j	19,03	34,43	0,85	1,08
Albastru K	18,63	31,01	0,63	0,84

În cazul imprimării materialelor celulozice cu coloranţi reactivi [40], prin metoda cromatografică de analiză s-a demonstrat scăderea gradului de hidroliză de la 6-12 % în mediu apos la 2-3 % prin aplicare din mediu de spumă. Prin creşterea gradului de multiplicare şi a temperaturii de tratare la 140 °C, gradul de fixare covalentă creşte cu 5-10 %. Dependenţa dintre gradul de multiplicare K şi gradul de fixare covalentă (GF) se determină cu ecuaţia:

$$GF\ (\%) = A - k\ \exp(-\ k'K)$$

în care: A - conţinutul formei active, %; k, k' - coeficienţi.

Dacă materialul textil imprimat se supune tratamentului termic la temperatura de 140 °C timp de trei minute, atunci în prima cadă a maşinii de spălat nu se acumulează colorant inactiv (nehidrolizat). Dacă pasta de imprimare conţine stearat de sodiu (stabilizator) şi SAS, atunci se poate elimina săpunirea. În acest sistem tinctorial s-au stabilit compoziţiile optime de aplicare din mediu de spumă (tab. 8.5).

Tabelul 8.5. *Condiţii optime de aplicare a coloranţilor reactivi prin procedeul foam-dry.*

Compoziţia lichidului de spumare (%) şi condiţii	Intervalul de valori
Colorant reactiv (vinilsulfonic)	5-7
Uree, %	20-27
Bicarbonat de sodiu, %	2,5-3,2
Factorul de multiplicare	2,4-4,2
Temperatura (°C)/durata (s)	120-140/150-210

În literatura de specialitate se propun şi alte compoziţii pentru spumare [39]: 10 g/l colorant reactiv (CI Red 8), 10 g/l uree, 10 g/l clorură de sodiu, 10 g/l carbonat de sodiu, agent de spumare (dodecilbenzensulfonat de sodiu), agent de stabilizare (alginat de sodiu).

Avantajele vopsirii din spumă faţă de procedeele clasice sunt: reducerea cantităţii de coloranţi şi substanţe auxiliare; reducerea cu 50 % a energiei consumate; reducerea cu 60 % a apelor reziduale; creşterea cu 30 % a producţiei; tuşeul mai bun. Curăţire instalaţiei şi schimbarea culorii se fac într-un timp scurt (5-13 min), astfel încât e posibilă prelucrarea de partizi mici [22].

În cazul imprimării se utilizează spume stabile, cu factor de multiplicare În special, în cazul aplicării aglutizanţilor din aer/apă se utilizează sisteme închise, permit ca spuma să nu vină în contact cu aerul decât după aplicarea pe material.

La imprimare se utilizează spume cu acelaşi grad de dispersie, cu o bună stabilitate şi cu posibilitatea îndepărtării rapide a umidităţii la contactul cu suprafaţa materialului textil imprimat. Este necesară prepararea continuă a acestora cu un factor de multiplicare constant de la 3 la 10 în întreg intervalul de viteze de imprimare şi la diferite consumuri de pastă. Variaţia factorului de multiplicare sau a stabilităţii spumei are drept urmare o uniformitate scăzută sau variaţii ale intensităţii nuanţei imprimate pe faţa şi pe dosul materialului textil.

În cazul aplicării pigmenţilor se utilizează spume cu factorul de multiplicare 4-8, durata de sinereză a unei picături fiind mai mare de 8 ore, viscozitatea dinamică a fazei lichide fiind de 1,5-2 Pa • s. Concentraţia pigmenţilor din faza lichidă este de 1,6-2,2 ori mai mare decât în pastele uzuale. Faza lichidă cu pH = 8-8,5, conţine agent de spumare, aglutinant, răşini reticulante, liant termoreactiv şi amoniac. La imprimare se obţine o depunere extrem de uniformă a pastei de imprimare, un tuşeu bun al ţesăturii şi o reducere însemnată a nopeurilor [42]. Cantitatea de pastă cu 40 g/kg pigment se reduce la 20-30 g/m^2, faţă de 70-90 g/m^2 la procedeul clasic (20 g/kg pigment) ceea ce reprezintă o economie de 30 % pigment. Se măreşte astfel cu 30-40 % viteza uscătoarelor şi se realizează economii de 50 % în paste de imprimat. Se obţin contururi precise şi imprimeuri uniforme, tuşeul se îmbunătăţeşte şi rezistenţele sunt corespunzătoare.

Pentru ţesăturile din bumbac s-a elaborat un procedeu de imprimare la temperatură joasă, fără substanţă de reticulare, fixarea pigmentului desăvârşindu-se în stadiul de uscare prin apretarea cu compoziţii de latex din mediu de spumă. La imprimare, se utilizează latexuri, unul dintre ele joacă rol de aglutizant, iar celălalt de substanţă de peliculizare, în raportul 3,75:1. Adeziunea peliculei este de 1,5-2 ori mai mare, decât în cazul compuşilor simpli şi se măreşte rapid prin creşterea temperaturii de termotratare la 160 °C [40]. Viscozitatea necesară pentru pasta de imprimare se asigură

În literatura de specialitate se propun şi alte compoziţii pentru spumare [39]: 10 g/l colorant reactiv (CI Red 8), 10 g/l uree, 10 g/l clorură de sodiu, 10 g/l carbonat de sodiu, agent de spumare (dodecilbenzensulfonat de sodiu), agent de stabilizare (alginat de sodiu).

Avantajele vopsirii din spumă faţă de procedeele clasice sunt: reducerea cantităţii de coloranţi şi substanţe auxiliare; reducerea cu 50 % a energiei consumate; reducerea cu 60 % a apelor reziduale; creşterea cu 30 % a producţiei; tuşeul mai bun. Curăţirea instalaţiei şi schimbarea culorii se fac într-un timp scurt (5-13 min), astfel încât este posibilă prelucrarea de partizi mici [22].

În cazul imprimării se utilizează spume stabile, cu factor de multiplicare mic. În special, în cazul aplicării aglutizanţilor din aer/apă se utilizează sisteme închise, care permit ca spuma să nu vină în contact cu aerul decât după aplicarea pe material.

La imprimare se utilizează spume cu acelaşi grad de dispersie, cu o bună stabilitate şi cu posibilitatea îndepărtării rapide a umidităţii la contactul cu suprafaţa materialului textil imprimat. Este necesară prepararea continuă a acestora cu un factor de multiplicare constant de la 3 la 10 în întreg intervalul de viteze de imprimare şi la diferite consumuri de pastă. Variaţia factorului de multiplicare sau a stabilităţii spumei are drept urmare o uniformitate scăzută sau variaţii ale intensităţii nuanţei imprimate pe faţa şi pe dosul materialului textil.

În cazul aplicării pigmenţilor se utilizează spume cu factorul de multiplicare 4-8, durata de sinereză a unei picături fiind mai mare de 8 ore, viscozitatea dinamică a fazei lichide fiind de 1,5-2 Pa • s. Concentraţia pigmenţilor din faza lichidă este de 1,6-2,2 ori mai mare decât în pastele uzuale. Faza lichidă cu pH = 8-8,5, conţine agent de spumare, aglutinant, răşini reticulante, liant termoreactiv şi amoniac. La imprimare se obţine o depunere extrem de uniformă a pastei de imprimare, un tuşeu bun al ţesăturii şi reducere însemnată a nopeurilor [42]. Cantitatea de pastă cu 40 g/kg pigment se re la 20-30 g/m², faţă de 70-90 g/m² la procedeul clasic (20 g/kg pigment) ce reprezintă o economie de 30 % pigment. Se măreşte astfel cu 30-40 % viteza uscătoa şi se realizează economii de 50 % în paste de imprimat. Se obţin contururi precis imprimeuri uniforme, tuşeul se îmbunătăţeşte şi rezistenţele sunt corespunzătoare.

Pentru ţesăturile din bumbac s-a elaborat un procedeu de imprimare la temperatură joasă, fără substanţă de reticulare, fixarea pigmentului desăvârşindu-se în stadiul de uscare prin apretarea cu compoziţii de latex din mediu de spumă. La imprimare, se utilizează latexuri, unul dintre ele joacă rol de aglutizant, iar celălalt de substanţă de peliculizare, în raportul 3,75:1. Adeziunea peliculei este de 1,5-2 ori mai mare, decât în cazul compuşilor simpli şi se măreşte rapid prin creşterea temperaturii de termotratare la 160 °C [40]. Viscozitatea necesară pentru pasta de imprimare se asigură prin ionizarea grupelor carboxilice ale latexului pH 9-10, realizat cu hidroxid de amoniu (3,5-3,7 %) şi prin introducerea aerului (fig. 8.41).

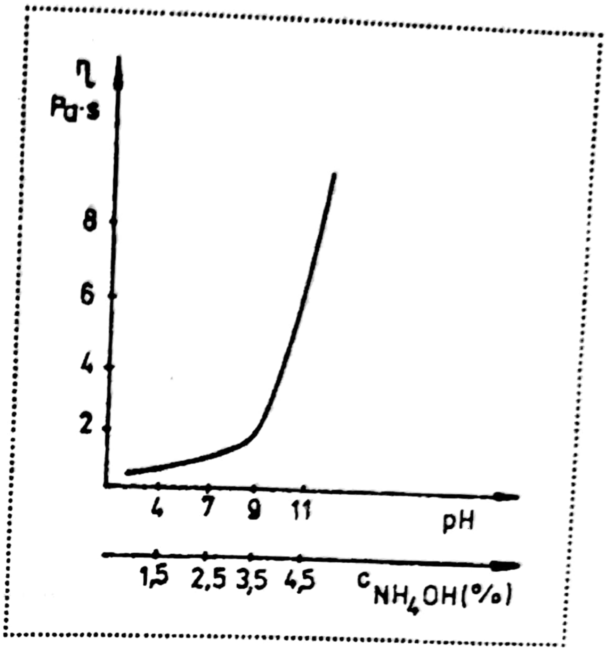


Fig. 8.41. Dependenţa vâscozităţii spumei de imprimare cu pigmenţi de pH-ul pastei.

După termotratare, stabilitatea peliculei imprimate se asigură prin aplicarea latexului din mediu de spumă, utilizându-se drept catalizatori potenţiali amestecul clorură de magneziu-acid oxalic deshidratat în raportul 9:1, ţesătura termotratându-se la temperatura de 90-100 °C.

La imprimarea cu coloranţi reactivi se utilizează spume cu factorul de multiplicare 5-9, durata de sinereză a primei picături fiind mai mare de 30 minute, iar viscozitatea dinamică situându-se la nivelul 1-1,3 Pa • s. Concentraţia coloranţilor reactivi în faza lichidă este de 2,0-2,5 ori mai mare decât la pastele uzuale de imprimat. Faza lichidă conţine de asemenea, un agent de spumare, aglutinant, agent oxidant şi alcalii. Ca şi la pigmenţi, la pastele spumate cu coloranţi reactivi se obţine o uniformitate excepţională a suprafeţelor imprimate şi un grad mare de acoperire a nopeurilor. Rezistenţele şi randamentul coloristic sunt similare cu cele obişnuite la imprimarea clasică realizată cu semiemulsie. Problema o constituie stabilitatea redusă a pastei de imprimare spumată în funcţie de concentraţia de colorant reactiv şi solubilitatea limitată a acestui tip de colorant. Viteza de spumare a pastelor de imprimare cu coloranţi reactivi este determinată viscozitatea acesteia şi de intensitatea dispersării gazului în lichid. Prin metoda analizei persionale a mărimii bulelor de gaz din spumă s-au determinat viteza procesului de ogenizare rapidă şi condiţiile de obţinere a spumei cu diametrul mediu al bulelor de er de (30…60) • 10^{-6} m, distribuite uniform în volum (tab. 8.6 şi fig. 8.42.). Pentru aglutinantul Manutex RS, frecvenţa optimă de rotaţie este de 66,7 rot/min, iar pentru monoetanolamină este de 900 rot/min. Pentru obţinerea spumelor mono- şi înalt disperse, frecvenţa de rotaţie trebuie să fie de 50-66,7 s^{-1} şi durata de agitare 300 s, dacă se utilizează 40 % stabilizator (monoetanolamină). Se pot obţine spume cu viscozitate de 0,5-7,5 Pa • s şi cu factorul de multiplicare 15-20. În procesul de imprimare a spumei prin sita şablonului spre materialul textil comparativ cu pastele lichide. Pentru îmbunătăţirea calităţii imprimării se recomandă spume cu factorul de multiplicare 3-4, mărirea presiunii în sistemul de transport şi creşterea presiunii raclului pe sita şablonului.

prin ionizarea grupelor carboxilice ale latexului pH 9-10, realizat cu hidroxid de amoniu (3,5-3,7 %) şi prin introducerea aerului (fig. 8.41).

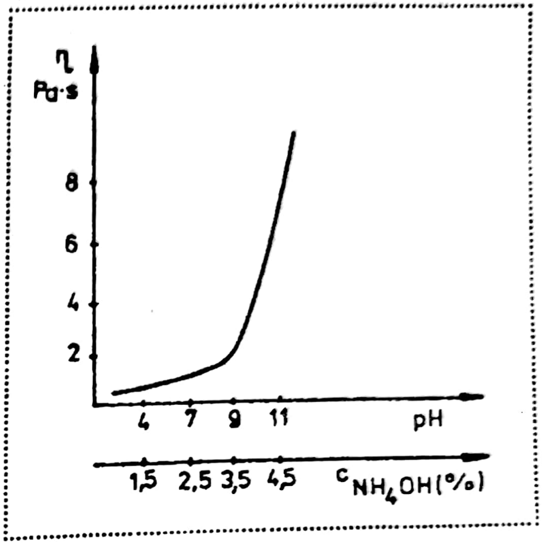


Fig. 8.41. Dependenţa vâscozităţii spumei de imprimare cu pigmenţi de pH-ul pastei.

După termotratare, stabilitatea peliculei mprimate se asigură prin aplicarea latexului din diu de spumă, utilizându-se drept catalizatori nţiali amestecul clorură de magneziu-acid alic deshidratat în raportul 9:1, ţesătura termotratându-se la temperatura de 90-100 °C.

La imprimarea cu coloranţi reactivi se utilizează spume cu factorul de multiplicare 5-9, durata de sinereză a primei picături fiind mai mare de 30 minute, iar viscozitatea dinamică situându-se la nivelul 1-1,3 Pa • s. Concentraţia coloranţilor reactivi în faza lichidă este de 2,0-2,5 ori mai mare decât la pastele uzuale de imprimat. Faza lichidă conţine de asemenea, un agent de spumare, aglutinant, agent oxidant şi alcalii. Ca şi la pigmenţi, la pastele spumate cu coloranţi reactivi se obţine o uniformitate excepţională a suprafeţelor imprimate şi un grad mare de acoperire a nopeurilor. Rezistenţele şi randamentul coloristic sunt similare cu cele obişnuite la imprimarea clasică realizată cu semiemulsie. Problema o constituie stabilitatea redusă a pastei de imprimare spumată în funcţie de concentraţia de colorant reactiv şi solubilitatea limitată a acestui tip de colorant. Viteza de spumare a pastelor de imprimare cu coloranţi reactivi este determinată de viscozitatea acesteia şi de intensitatea dispersării gazului în lichid. Prin metoda analizei dispersionale a mărimii bulelor de gaz din spumă s-au determinat viteza procesului de omogenizare rapidă şi condiţiile de obţinere a spumei cu diametrul mediu al bulelor de aer de (30...60) • 10^{-6} m, distribuite uniform în volum (tab. 8.6 şi fig. 8.42.). Pentru aglutinantul Manutex RS, frecvenţa optimă de rotaţie este de 66,7 rot/min, iar pentru monoetanolamină este de 900 rot/min. Pentru obţinerea spumelor mono- şi înalt disperse, frecvenţa de rotaţie trebuie să fie de 50-66,7 s^{-1} şi durata de agitare 300 s, dacă se utilizează 40 % stabilizator (monoetanolamină). Se pot obţine spume cu viscozitate de 0,5-7,5 Pa • s şi cu factorul de multiplicare 15-20. În procesul de imprimare a spumei prin sita şablonului spre materialul textil comparativ cu pastele lichide. Pentru îmbunătăţirea calităţii imprimării se recomandă spume cu factorul de multiplicare 3-4, mărirea presiunii în sistemul de transport şi creşterea presiunii raclului pe sita şablonului.

Tabelul 8.6. *Condiţii de spumare [41].*

c % CMC	$\bar{d}\cdot 10^{-6}$ m	c % MEA	$\bar{d}\cdot 10^{-6}$ m	f s^{-1}	$\bar{d}\cdot 10^{-6}$ m	t s	$\bar{d}\cdot 10^{-6}$ m
1	43,8	1	50	16,7	78,8	60	76,4
2	30,6	2	41,4	33,3	61,3	180	59,3
3	28,7	3	37,5	50,0	41,0	300	50,0
4	32,5	4	30,9	66,7	31,6	600	36,8
5	75,4	5	24,8	83,3	25,6	900	30,2
6	-	6	-	116,7	57,3	1800	63,4

Curbele 1...5 corespund frecvenţei de rotaţie a rotorului din tabel.

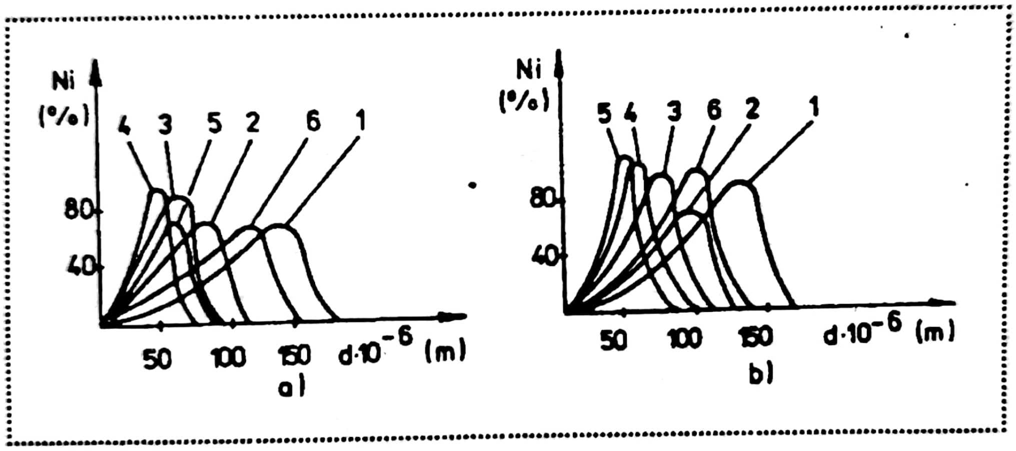


Fig. 8.42. Distribuţia bulelor de gaz după diametrul mediu.
a - Manutex RS, b - monoetanolamină.

Sinereza spumei (fig. 8.43) depinde de concentraţia aglutinantului (1 - poliacrilamidă, 2 - carboximetilceluloză, 3 - solvitază C-5, 4 - Manutex RS). Prin folosirea stearatului de sodiu în calitate de stabilizator (curba 3, fig. 8.44), gradul de fixare este independent de concentraţie. Dacă se utilizează monoetanolamida (curba 1) sau dietanolamida (curba 2) scade gradul de fixare ca urmare a interacţiunii colorant - stabilizator. Se recomandă concentraţii de 2-4 % stabilizator. Proprietăţile reologice şi proprietăţile spumei sunt determinate de interacţiunile din sistem care sunt variabile în timp. Dacă factorul de multiplicare creşte, atunci se amplifică interacţiunile bulelor şi, inerent, se modifică viscozitatea dinamică. Concomitent creşte structurarea şi tixotropia, apărând fenomenul de reopexie (fig. 8.45, a - pastă; 1 - poliacrilamidă +

monoetanolamidă; 2 - Manutex RS-3,5 %; b - spumă; 1',2' - spumă monodispersă cu K = 3,5, respectiv 5 şi d = $75,4 \cdot 10^{-6}$ m, respectiv $48,7 \cdot 10^{-6}$ m; 3' - spumă polidispersă cu K = 2,0 şi d = $145,5 \cdot 10^{-6}$).

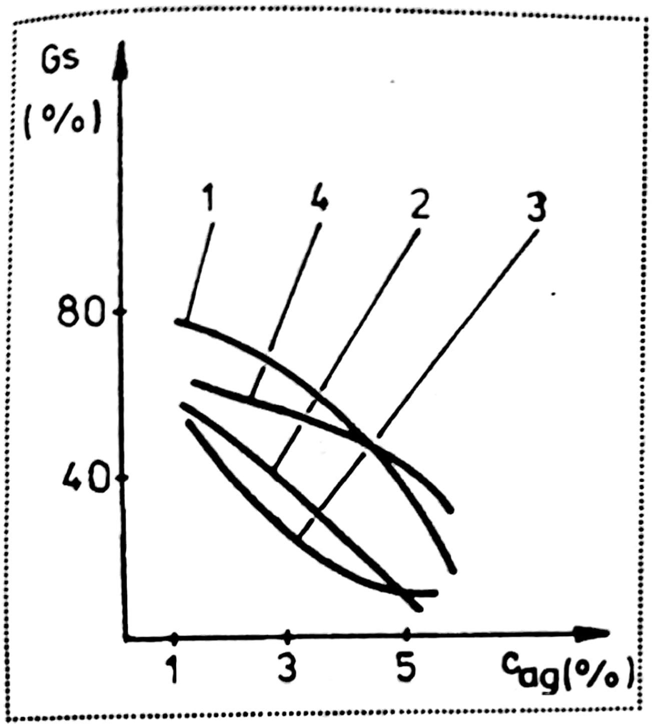


Fig. 8.43. Curbe specifice de sinereză G_s - grad de sinereză, c_{ag} - conc. aglut.

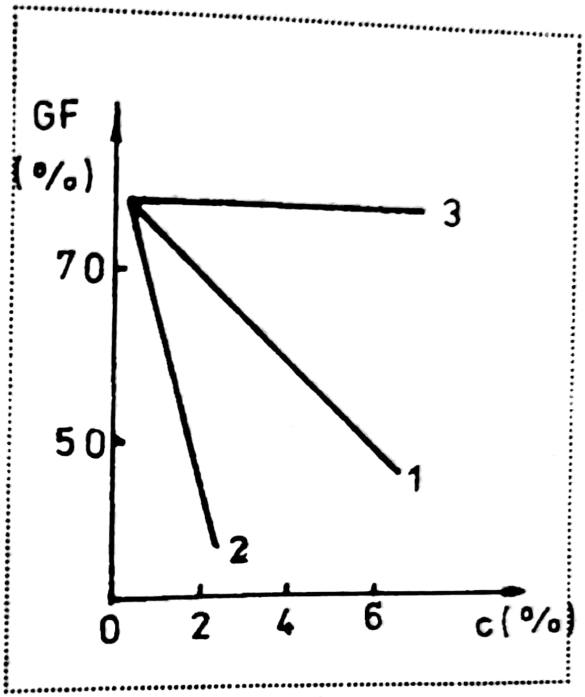


Fig. 8.44. Dependenţa gradului de fixare funcţie de concentraţie.

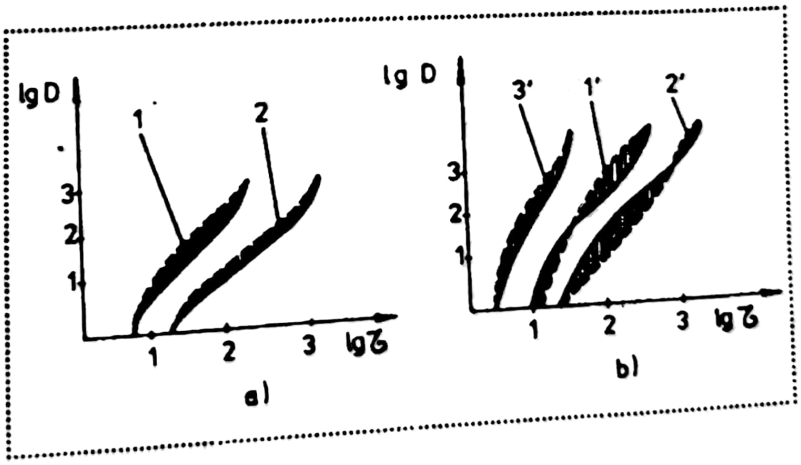


Fig. 8.45. Curbe reologice.

La imprimarea din mediu de spumă, natura aglutinanatului nu are rol hotărâtor deoarece concentraţia utilizată este mult mai mică comparativ cu a compoziţiilor tradiţionale, ca urmare a mecanismului particular de curgere a spumelor monodisperse.

monoetanolamidă; 2 - Manutex RS-3,5 %; b - spumă; 1',2' - spumă monodispersă cu $K = 3{,}5$, respectiv 5 şi $d = 75{,}4 \cdot 10^{-6}$ m, respectiv $48{,}7 \cdot 10^{-6}$ m; 3' - spumă polidispersă cu $K = 2{,}0$ şi $d = 145{,}5 \cdot 10^{-6}$).

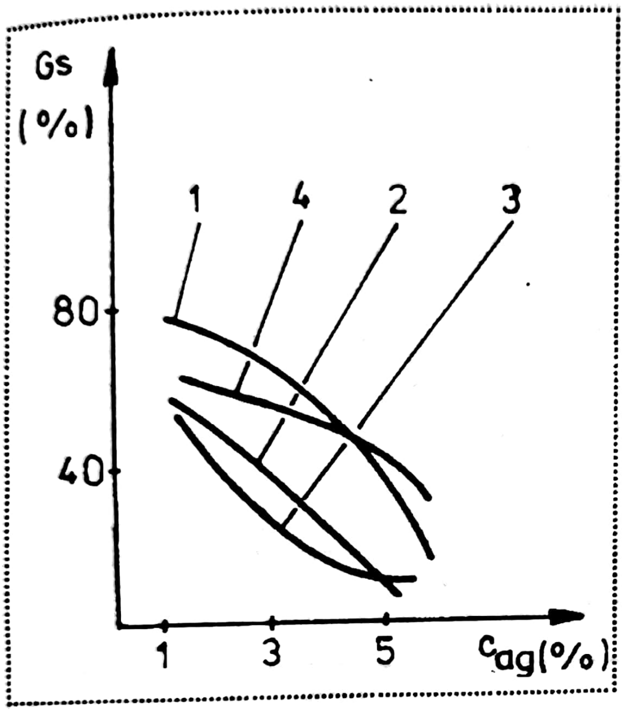


Fig. 8.43. Curbe specifice de sinereză G_s - grad de sinereză, c_{ag} - conc. aglut.

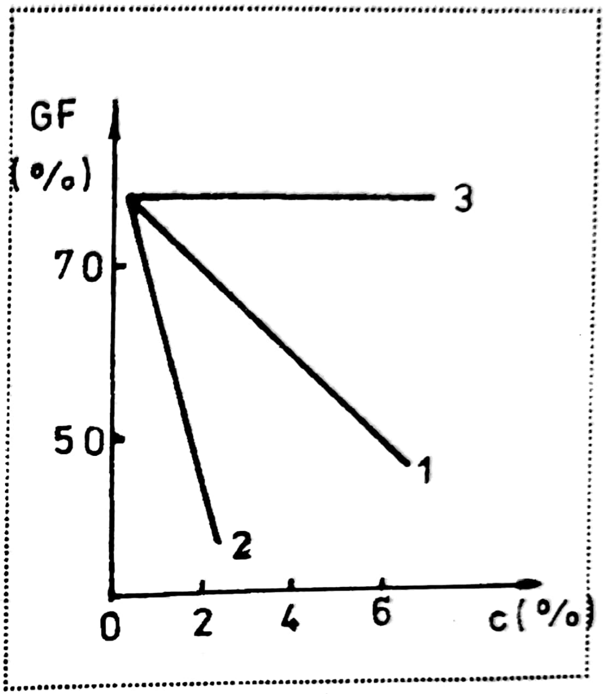


Fig. 8.44. Dependenţa gradului de fixare funcţie de concentraţie.

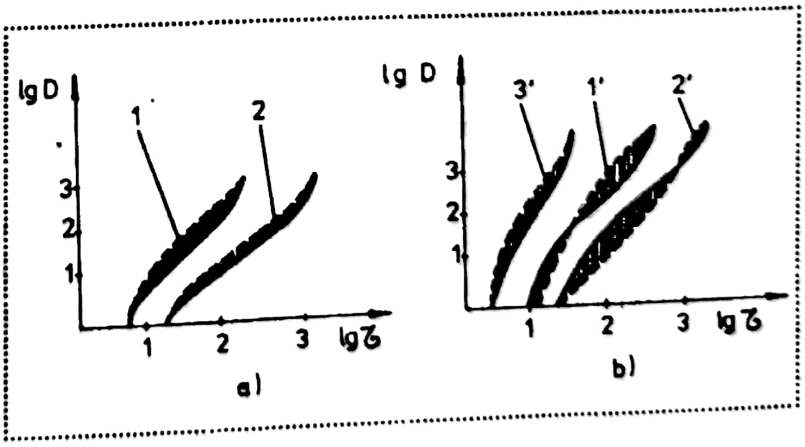


Fig. 8.45. Curbe reologice.

La imprimarea din mediu de spumă, natura aglutinanatului nu are rol hotărâtor deoarece concentraţia utilizată este mult mai mică comparativ cu a compoziţiilor tradiţionale, ca urmare a mecanismului particular de curgere a spumelor monodisperse.

Prin conservarea spumelor polidisperse scade viscozitatea din cauza covalescenţei bulelor de gaz, iar în scopul bulelor monodisperse se constată creşterea viscozităţii din cauza structurării în peliculele interfazice gaz-lichid.

Pentru vopsirea polietilentereftalatului cu coloranţi de dispersie din mediu de spumă nu s-au obţinut diferenţe faţă de tehnologia convenţională, deşi se aplică industrial. Avantajul constă în utilizarea unor volume minime de lichid [43]. Se obţin rezistenţe la frecare diminuată.

Pentru coloranţi de cadă aplicaţi prin procedeul de imprimare în două faze, deşi lipsesc experienţele industriale, se consideră că imprimarea din spumă nu va întâmpina greutăţi. Nu aceleaşi rezultate bune se pot aştepta de la imprimarea prin procedeul rongalită-carbonat.

În tratamentele de finisare superioară se poate aplica din mediu de spumă antistatizarea, ignifugarea, hidrofobizarea, oleofobizarea etc. [30]. Consumul energetic depinde de cantitatea de flotă sorbită de diferite compoziţii fibroase, tab. 8.7.

Tabelul 8.7. *Încărcarea materialelor textile cu flote de finisare superioară.*

Substratul textil	Grad de încărcare (%)
Bumbac	10-35
Vâscoză	10-40
Poliester-celuloză 50:50	10-35
Poliester-celuloză 67:33	10-35
Fibre sintetice	10-30

Se utilizează spume cu caracteristicile: densitatea 55-110 g/l, stabilitatea 30-45 min, deshidratarea rapidă (după 35 secunde o creştere a suprafeţei umede cu 25 %), dimensiunea bulelor $50\text{-}100 \cdot 10^{-6}$. În tabelul 8.8. se prezintă câteva aplicaţii practice [30].

Cu toate că primul patent despre utilizarea spumei la imprimarea cu coloranţi pigmenţi a fost publicat în anul 1961, în ultimii 30 de ani s-au constatat evoluţii considerabile pentru rezolvarea problemelor ecologice şi pentru reducerea consumului de energie.

Prin studierea sistematică a proprietăţilor spumei şi a instalaţiilor de generare a spumei se pot stabili parametrii optimi de funcţionare pentru a se obţine tratamente reproductibile. Dacă se utilizează spume înalt disperse cu diametrul bulelor de gaz de $(40\text{-}60) \cdot 10^{-6}$ m atunci se poate reduce de 5-10 ori concentraţia aglutinatului, concomitent cu reducerea gradului de hidroliză a coloranţilor reactivi. Concomitent se diminuează cu 40-70 % gradul de impurificare a apelor de spălare şi se reduce gradul de murdărire a fondului alb [44].

Tabelul 8.8. *Comparaţie între procedeele cu fulardare şi din mediu de spumă.*

Compoziţii şi indici		Valoarea	
		Fulardare	Spumă
„Spală şi poartă”			
Knittex GM (g/l)		80	160
Avivan SPL (g/l)		35	70
Acid acetic 80 % (ml/l)		-	1
Diphasol 4260 (g/l)		-	10
Diphasol 4187 (g/l)		-	10
Catalizator Knittex MO (g/l)		24	48
Grad de încărcare cu flotă (%)		65	30
Unghiul de neşifonabilizare	- în urzeală	115	119
	- în bătătură	120	115
Grad de umflare (%)		30	28
Rezistenţa dinamometrică		41	50
Efectul de spală şi poartă		3,5	3,5
Rezistenţa la abraziune		12,4	-9,8
Hidrofobizare			
Phoboton WS (g/l)		60	110
Phoboton BC (g/l)		30	50
Knittex FA conc. (g/l)		25	60
Acid acetic (ml/l)		1	1
Diphasol 4218 (g/l)		-	8
Diphasol 7123 (g/l)		-	3,5
Catalizator Knittex ZO (g/l)		8	18
Grad de încărcare (%)		60	31
Sorbţia de apă (%)		1,2	1,6

CAPITOLUL 9

BIOTEHNOLOGII TEXTILE

9.1. Natura, mecanismul şi cinetica reacţiilor enzimatice

Biotehnologiile constau în utilizarea bacteriilor, levurilor şi celulelor animale şi vegetale de cultură, al căror metabolism şi a căror capacitate de biosinteză sunt orientate către fabricarea substanţelor specifice. Biotehnologiile, datorită aplicării integrate a cunoştinţelor şi tehnicilor de biochimie, microbiologie, genetică şi inginerie chimică, permit, în plan tehnologic să se tragă foloase pe urma proprietăţilor şi capacităţilor microorganismelor şi culturilor celulare. Ele oferă posibilitatea de a produce, pornind de la resurse larg disponibile şi care se reînnoiesc continuu, o mulţime de substanţe şi compuşi esenţiali pentru viaţă şi pentru creşterea nivelului de trai al oamenilor.

Aplicate la scară industrială, aceste biotehnologii constituie bioindustria, ce cuprinde pe de o parte activităţile industriale, în cadrul cărora biotehnologiile pot înlocui tehnologiile folosite în mod curent şi, pe de altă parte, activităţile industriale în care biotehnologiile au un rol promotor esenţial. Cele dintâi cuprind aplicaţii în domeniul industriei chimice (sinteza substanţelor aromatice de stimulare a gustului, producţia maselor plastice şi a produselor pentru industria textilă), în domeniul energiei (producţia de etanol, metanol, biogaz şi hidrogen), în sectorul biometalurgiei (extracţia anumitor metale).

Activităţile industriale în care biotehnologiile au un rol promotor cuprind industria alimentară, în domeniul creşterii producţiei agricole, în industria farmaceutică şi în ecologie (tratarea apelor uzate şi transformarea resturilor menajere, compostarea şi fabricarea compuşilor biodegradabili).

Fermentaţiile microbiene reprezintă procesele biotehnologice cele mai vechi, de exemplu prepararea berii încă din anul 6000 î.e.n.

Perfecţionarea procedeelor de fermentaţie se bazează pe izolarea de substanţe de origine microbiană sau fungică care pot înlocui compuşii de sinteză.

Procesele biotehnologice cele mai recente se bazează pe tehnicile de recombinare genetică precum şi pe folosirea **enzimelor**, a celulelor sau a organismelor celulare imobilizate.

În procesele biochimice se utilizează enzime cu propietatea de catalizatori specifici eficienţi la concentraţii mici şi care rămân neschimbaţi la sfîrşitul reacţiei.

Enzimele prezintă toate caracteristicile proteinelor beneficiind de un centru activ şi efectul catalitic se bazează pe capacitatea de a activa specific, numai în anumite poziţii structurale, ale substanţei. În componenţa enzimelor, pe lîngă componenţa proteică (apoenzima) se găseşte o componentă neproteică denumită coenzimă (cofactori enzimatici sau activatori anorganici). Coenzimele participă efectiv la transportul electronilor sau al unor grupări chimice. Activarea enzimelor complexe (enzimă + coenzimă) depinde de enzimă care sensibilizează grupele active din substrat, asigurându-se specificitatea. O anumită enzimă interacţionează, numai cu anumite coenzime, produsul rezultat putând cataliza numai anumite reacţii. Aceeaşi coenzimă poate fi acceptată de enzime diferite, lărgindu-se astfel gama de aplicaţii, putându-se cataliza reacţii diferite. Enzimele sînt împărţite în: oxido-reductaze, transferaze, hidrolaze, liaze, izomeraze, ligaze. Numele fiecărei enzime conţine două părţi. Prima parte indică substratul, iar a doua indică tipul de reacţie la care participă, la care se adaugă sufixul *-ază*. Fiecare enzimă are un cod care este un număr cu care se defineşte tipul de reacţie (prima cifră), subclasificarea - dacă este cazul (următoarele două cifre şi enzima a patra cifră).

Procesele biocatalitice în prezenţa enzimelor şi în condiţiile bine definite se desfăşoară cu viteză mare şi cu un randament ridicat. Reacţiile se desfăşoară într-un sens, nu se produc reacţii secundare, nu se descompun produşii instabili şi consumul energetic este mic.

În urma reacţiei enzimatice se formează complexul enzimă-substrat, care după o serie de transformări ajunge să elibereze enzima originală şi produşi de reacţie [1].

Reacţia enzimatică cea mai simplă este de forma:

$$E + S \underset{k_{-1}}{\overset{k_{+1}}{\rightleftarrows}} ES \underset{k_{-2}}{\overset{k_2}{\rightleftarrows}} E + P$$

în care: S reprezintă substratul care este supus transformării prin enzima E; P -produsul rezultat, ES - complexul intermediar, în general instabil.

Deoarece reacţia $P + E \rightarrow ES$ se desfăşoară cu viteză mică ea nu este luată, de regulă, în considerare, obţinîndu-se formele ecuaţiilor cinetice:

$$dS/dt = -k_{+1}\, SE + k_{-1}\, SE + s$$

$$dE/dt = -k_{+1}\, SE + k_{-1}\, SE + k_2\, SE$$

$$d(ES)/dt = k_{+1}\, SE - k_{-1}\, ES - k_{+2}\, ES$$

$$dP/dt = k_2\, ES$$

în care s este sursa exterioară de substrat.

Constantele k_{-1} şi k_{+2} se exprimă în s^{-1}, k_{+1} în $s^{-1} \cdot (mol/l)^{-1}$, iar concentraţiile în mol/l,

Deoarece $d[E + ES]/dt = 0$, rezultă $E + ES = const.$

Cum însă la momentul iniţial $E = E_o$, $ES = 0$, $P = 0$, se obţine: $E + ES = E_o$, deci numărul de molecule de enzimă libere sau legate în complex este constant în timpul procesului tehnologic. Prin urmare variaţii de concentraţie pentru S şi SE vor fi:

$$dS/dt = -k_{+1}\, S[(E_o - ES)] + k_{-1}\, ES + s$$

$$dES/dt = k_{+1} \cdot E_o - ES(k_{-1} + k_{+2} + k_{+1}\, S)$$

Considerând $k_m = (k_{-1} + k_{+2})/k_{+1}$, constanta Michael Menten, conform legii acţiunii maselor rezultă:

$$ES = E_o \cdot S/(k_m + S)$$

Viteza de apariţie a produsului de reacţie este:

$$dP/dt = k_{+2} \cdot E_o \cdot S/(k_m + S) = v$$

Oricât de mare ar fi concentraţia de substrat S, viteza de formare a produsului nu poate depăşi valoarea maximă:

$$(dP/dt)_{max} = k_{+2}\, E_o = v_{max}$$

Valoarea relatînd o viteză de reacţie capătă forma:

$$v/v_{max} = S/(k_m + S)$$

Din ultima relaţie, toate mărimile se determină uşor, cu excepţia mărimii k_m, atunci, pentru simplificare, se adoptă formula [2]:

$$1/v = (k_m + S)/v_{max} \cdot S = k_m/v_{max} \cdot 1/S + 1/v_{max}$$

Prin reprezentarea grafică în coordonatele (1/v; 1/S) se obţine o dreaptă din a cărei pantă şi ordonată la origine se determină k_m şi v_{max}. Pentru reacţii catalizate de enzime se utilizează ca unitate de viteză μmol/min. Cantitatea de enzimă care transformă un μmol de substrat într-un minut se numeşte unitate de activitate enzimatică.

Deoarece enzima este o proteină amfolit, viteza reacţiei este influenţată de pH. Concentraţia ionilor de hidrogen din mediul de reacţie condiţionează ionizarea enzimei libere cât şi gradul de disociere al complexului ES. Cum însă activitatea catalitică a haloenzimei (ansamblul apoenzimă + coenzimă) se desfăşoară la un anumit pH, se deduce că numai una din formele ionizate (anionică, cationică sau amfoteră) se comportă ca un catalizator activ şi anume cea care are centrul activ disociat [3].

Desfăşurarea reacţiei chimice se supune ecuaţiei Arrhenius:

$$\ln k = - E_a/R \cdot 1/T + C.$$

în care: k - constanta vitezei de reacţie; E_a - energia de activare; R - constanta universală a gazelor; T - temperatura absolută; C - constanta de integrare.

Temperaturile optime pentru activitatea enzimatică sunt de 40-50 °C pentru ţesuturi animale, de 50-60 °C pentru ţesuturi vegetale şi, îm puţine cazuri, se aplică între 0-10 °C şi 60-100 °C.

Fenomenul de reducere a energiei de activare se datorează faptului că zona activă corespunde mulajului substratului, astfel încât efectul asupra stării energetice a electronilor de valenţă este mult mai puternic şi cu adresă.

Când afinitatea enzimei faţă de substrat nu este mare, atunci desfăşurarea proceselor poate fi accelerată prin intervenţia unui catalizator care amorsează reacţia, micşorând enegia de activare. Pentru acelaşi proces catalitic, ca de exemplu, descompunerea apei oxigenate, este necesară o cantitate mai mică de energie de activare dacă descompunerea se face cu ajutorul catalazei, faţă de descompunerea cu ajutorul fierului bivalent.

Pentru reacţia de formare a complexului ES se stabileşte o relaţie între energiile de activare ale reacţiilor directe şi inverse şi căldura de reacţie:

$$E_2 - E_1 = \Delta H$$

La echilibru, dependenţa constantei de disociere a complexului (k_m) de temperatură, se poate deduce din ecuaţia Van't Hoff:

$$d(\ln k_m)/d(1/T) = -\Delta H/R$$

Variaţia entropiei ΔS pentru reacţia de formare a completului ES este dată de relaţia:

$$\Delta S = (\Delta H - \Delta F)/T$$

în care: ΔF - variaţia energiei libere; ΔH - căldura de reacţie; T - temperatura absolută.

$$\Delta F = -RT \cdot \ln k_m$$

Pentru valori ale mărimilor ΔH şi ΔS, mărimea k_s (constanta de echilibru) este mică, şi, desigur, viteza reacţiei de fomare a complexului ES este mai mare.

Raportul de transformare pentru o enzimă (numărul de molecule de substrat care se pot metaboliza într-un minut de o singură moleculă de enzimă sau μmol substrat/μmol enzimă) se calculează pe baza activităţii sale maxime în condiţiile cele mai adecvate.

De exemplu, o moleculă de catalază descompune 5.000.000 molecule H_2O_2 într-un minut la temperatură de 0°C şi pH = 6,8 Activitatea enzimatică este determinată de: pH, activatori, temperatură, inhibatori, constanta dialectică a solventului, presiune, concentraţia solventului, prezenţa antienzimelor [2].

9.2. Aplicarea biotehnologiilor în procesele chimice textile

În ramurile prelucrătoare de produse vegetale şi animale intervine activitatea enzimelor sub aspecte care diferă de la o industrie la alta. Din acest punct de vedere, industria textilă care prelucrează materii prime textile de origine vegetală şi animală face parte din cadrul ramurilor semnificative în ceea ce priveşte utilizarea preparatelor enzimatice (tab. 9.1). Aproxiamtiv 30 % din enzime se folosesc în procesele de înobilare a textilelor [4].

Enzimele redox (oxidoreductaze) catalizează reacţiile de oxidoreducere care constau în transferul de electroni de la un donor X, cu exces de „unităţi redox" la un acceptor Y care se reduce.

Capacităţile donoare şi acceptoare ale formelor oxidate şi reduse sunt caracterizate de constanta de echilibru (K) a reacţiei redox. Reacţia se desfăşoară în sensul direct dacă $\Delta G° = - RT \ln K$ are o valoare negativă, deci dacă are loc eliberare de energie în sistem. Prin trecerea a n moli de electroni de la potenţialul mai negativ al donorului spre cel mai pozitiv al acceptorului, se eliberează o etalpie liberă caracterizată de diferenţa de potenţial $\Delta E_o = - \Delta G/n \cdot F$ (F = 96500 coulombi). Aranjând sistemele redox în ordinea crescătoare a potenţialelor E_o, estimate în raport cu cel al electrodului normal de hidrogen, cu potenţialul luat în mod convenţional zero, se obţine un şir din care pot fi selectate perechi donor-acceptor, donorul având potenţialul E_o mai negativ.

Dependenţa potenţialului E de concentraţiile formelor oxidate şi reduse este dată de expresia:

$$E = E_o + RT \ln c_{ox}/c_{red}$$

Procesele de oxidoreducere cuprind:

- transferuri electronice pure la oxigen sau la alte specii
- transferuri reversibile de atomi de hidrogen, rezultând H_2O_2 şi specia oxidată
- încorporarea unui atom de oxigen sau a unei grupări hidroxil în substratul oxidat.

Dehidrogenazele, grupul de enzime ce catalizează dehidrogenările, includ după natura acceptorilor, cupruenzimele, flavoproteinele drept coenzime. Cupruenzimele au potenţial redox mare şi participă la oxidarea substratelor cu potenţial redox înalt (hidrochinone). Flavoproteinele catalizează oxidarea substratelor cu potenţiale redox intermediare.

Oxigenazele şi hidroxilazele catalizează încorporarea atomului de oxigen în substrat (doi atomi, respectiv numai unul).

$$C_6H_4(OH)_2 \xrightarrow{O_2} HOOC\text{-}C_4H_4\text{-}COOH$$

$$S_1H_2 + O_2 + S_2H_2 \xrightarrow[\text{hidroxilază}]{\text{oxigenază}} S_1HOH + S_2 + H_2O$$

Tabelul 9.1. *Enzime utilizate în industria textilă [175].*

Denumirea					Efectul	Aplicații
Oxidoreductaze	Peroxidaze				Sistem redox	Descleierea și curățirea bumbacului
Hidrolaze	Esteraze		Lipaze		Scindarea grăsimilor	Curățire-spălare lînă brută
	Glicolaze	Glicozidaze				
			Amilaza		Hidroliza amidonului	Descleierea
			Dextranază			
			Celulaze		Scindarea celulozei	Carbonizarea lînii
			Hemiceluloze (xilanoze, mananaze)			Ușurarea bumbacului
			Pectolitice			Topirea inului
				Saponifiante	Scindarea esterilor	
				Depolimerizante cu:		
				- polimetil-galacturonaze	Rezultă acid pectic	
				- pectinilaze	Rezultă acid pectic	
				- poliglacturonaze	Rezultă acid pectic	
				- pectatliaze	Rezultă acid pectic	
	Proteaze	Endopeptidaze (pepsina, renina, tripsina, chimotripsina, catepsina, papaina)			Scindează legătura peptidică	Spălarea lînii și finisarea anticontracție
		Exopeptidaze (α-aminopeptidază, carboxipeptidaza (A, B), dipeptidaza)				Degomarea mătăsii naturale

Peroxidazele catalizează oxidările cu peroxid de hidrogen după reacţia de tipul:

$$H_2O_2 + SH_2 \longrightarrow 2\ H_2O + S$$

Catalaza leagă peroxidul de hidrogen ca şi peroxidaza după schema:

$$2\ H_2O_2 \xrightarrow[\text{Peroxidază}]{} 2\ H_2O + 1/2\ O_2$$

formându-se iniţial un compus Catalază (HOOH) cu maximul de absorbţie la 405 nm.

În finisare s-a propus utilizarea peroxidazei bacteriale obţinută din ciuperci bazeciomicetice (Cerrena maxima) pentru descleierea şi curăţirea compoziţiilor fibroase cu bumbac [5, 6]. În prima variantă se propune fluxul tehnologic: impregnare (1-3 g/l peroxidază, 1-4 g/l clorură de sodiu, 1-2 g/l agent de udare, - 1,3 N-alchil, N,N' di (polietilenglicool) tritilendiamină cu lanţul alifatic C_{10} - C_{18} şi gradul hidroxiatilare 3-12 şi 25-100 g/l percloretilenă; aburire (95-96 °C, 5-10 minute); spălare. Activitatea peroxidazei depinde de mai mulţi factori (tabelul 9.2).

Tabelul 9.2.

Activitatea peroxidazei (%) [6]

Durata de tratare, min	Varianta			
	I	II	III	IV
	Temperatura de tratare, 60 °C			
0	100	100	100	100
5	86	80	70	83
10	79	75	65	75
30	65	60	50	63
60	49	40	35	40
	Temperatura de tratare, 80 °C			
5	65	64	60	68
10	30	30	30	35
30	15	13	7	18
	Temperatura de tratare, 96 °C			
5	45	44	40	50
10	10	7	5	10

I - fază adaos; II - agent neionogen 2 g/l; III - agent neionogen 1 g/l; NaOH 2 g/l; IV - NaOH 2 g/l; NaCl 1 g/l; V - concentraţia peroxidazei 2 g/l; activitatea enzimei 1,65 HA/mg proteină.

Prin descleierea ţesăturii de bumbac cu un conţinut ridicat de impurităţi (12 %) şi de agent de încleiere (7,6 %) s-au obţinut rezultatele din tab. 9.3. În varianta cu depozitare (5-60 min la 60-80 °C), fulardarea efectuându-se cu 1-4 g/l peroxidază, 1 g/l hidroxid de sodiu (grad de preluare 110 %).

După spălare probele descleiate s-au fulardat cu soluţie de albire (6 g/l peroxid de hidrogen (100 %); 4 g/l hidroxid de sodiu, 14 g/l silicat de sodiu, 1 g/l agent de udare, grad de stoarcere (110 %) şi s-au aburit timp de 30 minute la 100 °C.

Conform datelor, prin acţiunea peroxidazei în concentraţie de 2-4 g/l timp de 5-30 minute asupra însoţitorilor de bumbac se depărtează 55-60 % din conţinutul de însoţitori, 40-50 % din conţinutul de amidon. Prin creşterea temperaturii de la 60 °C la 80 °C se conservă activitatea peroxidazei şi se măresc viteza şi gradul de îndepărtare. La temperatura de 95 °C şi concentraţia peroxidazei de 4 g/l se îndepărtează până la 65 % din conţinutul iniţial de însoţitori; mai mult de 50 % din conţinutul iniţial de amidon şi peste 42 % din conţinutul de lignină. Dacă după descleiere se efectuează albirea, se poate obţine valori ale gradului de alb de 80-82 % şi ale capilarităţii de 120-147 mm. Se îndepărtează 90-96 % din conţinutul de însoţitori. Se elimină astfel operaţia de fierbere. De menţionat că prin aplicarea amilazei se obţine numai îndepărtarea amidonului.

α amilazele catalizează hidroliza legăturii 1,4 α-glicozidice din polizaharidele care conţin mai mult de trei unităţi de Dextro-glucoză (amidon, glicogen, oligo şi polizaharide înrudite). α amilazele catalizează la întâmplare lanţul α-glucozidic din amilază sau din amilopectină. Deoarece afinitatea enzimei este mai mare pentru legăturile α-glucozidice din interiorul macromoleculelor decât pentru legăturile periferice se mai numeşte endoamilază. Amidonul din cartofi este hidrolizat mai uşor de α-amilază, eliberându-se în primele 30 minute maltoza, maltotrioza, dextrine şi după o oră glucoza.

Amidonul de porumb este hidrolizat mult mai greu, în schimb glucoza se pune în evidenţă după 30 de minute alături de componentele menţionate mai sus. Temperatura optimă de aplicare a α-amilazei este cuprinsă între 55 şi 65 °C (fig. 9.1.a). La temperaturi mai mari de 70 °C, activitatea enzimei scade semnificativ, (fig. 9.1.b). În lipsa ionilor de calciu şi a substratului activitatea enzimei scade la 10 % din valoarea iniţială la temperatura de 70 °C în 20 de minute, (fig. 9.1.c) şi se inactivează total după 30 de minute. Dacă în sistem se introduc ioni de calciu, atunci stabilitatea creşte semnificativ (fig. 9.1.d). În condiţiile de aplicare, pH-ul optim de aplicare este de 6,0-6,2 (fig. 9.1.e). În prezenţa substratului, activitatea enzimei este semnificativă pentru concentraţii mai mari de 1,5 % (fig. 9.1.f). α-glucozidaza este capabilă să scindeze legăturile 1,4; 1,6; 1,3 α-glucozidice dim maltoză, izomaltoză, nigeroză. Amiloglucozidaza formează un complex cu restul glucozic de la capătul nealdehidic al lanţului de amilază, eliberînd din polimer glucoza, moleculă cu moleculă. Amidonul este depolimerizat până la glucoză. β-amilazele hidrolizează lanţurile de amidon plecându-se de la extremitățile reducătoare, fiind o enzimă zaharificatoare. Acțiunea ei se oprește la prima ramificație. Enzimele specifice pentru legătura 1,6 α-glucozidică se numesc deramifiante, acționînd numai asupra amilopectinei. Reprezentantul de bază este pululanaza [7]. Această enzimă nu hidrolizează în întregime glicogenul, moleculă de două ori mai ramificată decât amilopectina. Dintre enzimele specifice care acționează asupra legăturilor 1,4 și 1,6 α se menționează amiloglucozindaza care eliberează glucoza. Este o exoenzimă care atacă mai repede lanțurile lungi decât pe cele scurte și într-o măsură mai mare legăturile 1,6 α-glucozidice. Atacul enzimatic decurge în mod diferit în funcție de materia primă, de caracteristicile preparatului enzimatic, și de alți factori.

Tabelul 9.3 *Rezultate tehnologice privind utilizarea peroxidazei în descleierea și albirea materialelor celulozice crude [6].*

Descleiere						Albirea			
c_{enz}, g/l	T, °C	Durata, min	Îndepărtare (%)			Capilaritate, mm	Grad de alb, %	Viscozitatea relativă	Grad de îndepărtare al însoțitorilor, %
			însoțitori	amidon	lignină				
2	60	10	51,3	37,7	14,5	94	78,9	-	90,5
		30	54,3	40,0	24,5	98	80,8	1,93	92,6
		60	55,6	45,5	28,5	125	81,6	1,85	95,2
2	80	5	54,1	44,6	-	109	80,8	-	87,5
		10	55,3	49,3	28,8	120	81,0	2,05	89,5
		20	55,9	54,8	-	124	81,5	1,88	94,3
		30	56	58,4	34,4	129	81,4	-	94,5
2	95	3	49,3	38,0	25,5	110	79,6	-	85,7
		5	51,1	40,0	26,5	125	80,7	1,99	89,3
		10	52,3	42,5	26,0	126	80,4	1,71	90,5
4	80	5	60	50,6	40,5	120	81,1	-	89
		10	62,5	52,3	40,5	127	81,3	1,98	90,8
		20	63,7	54,8	-	128	81,8	-	95,6
		30	65,8	54,6	42,2	129	82,4	1,85	96,0
4	95	3	54,3	45,6	40,8	138	79,7	-	90,7
		5	55,0	47,8	40,6	139	80,7	1,85	91,7
		10	54,5	48,0	40,5	147	80,7	1,78	94,4

Proteazele sunt reprezentate de un număr mare de enzime având capacitatea de a scinda legăturile -CO-NH- din moleculele proteinelor și din produșii de degradare până la aminoacizi. Proteazele pot fi neutre - alcaline sau acide. Activitatea proteazelor depinde de pH-ul mediului și de prezența sau absența unui complexant (EDTA 10^{-3} m). S-au detectat trei maxime de activitate proteolitică la valori ale pH-lui: 6,0; 8,0; 10 (fig. 9.2).

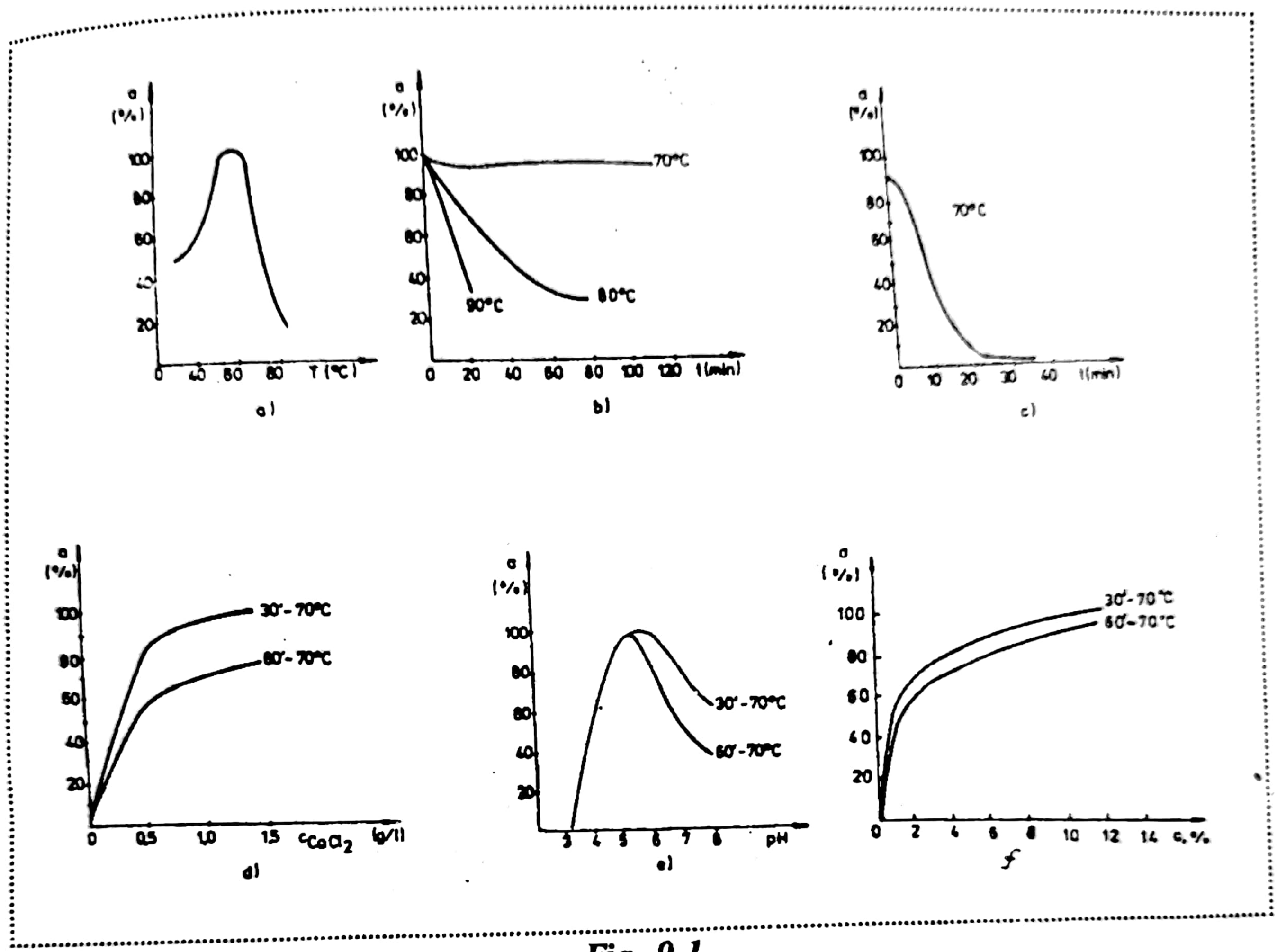


Fig. 9.1.

În prezența EDTA se înregistrează activități enzimatice numai la valori de pH 6,0 şi 10,0. Aceasta înseamnă că proteaza conține trei fracțiuni cu activitate proteolitică distinctă. Fracțiunea activă la pH 6 aparține proteazelor carboxilice (EC 3.4.23). Fracțiunea inactivată de EDTA este o metal-proteinază (E.C.3.4.24), iar fracțiunea activă la pH 10 şi în prezența EDTA este o protează serinică (E.C.3.4.21). Preparatul enzimatic de protează fungică are un pH optim de activitate situat în domeniul valorilor de pH 3,0-4,0, specific pentru proteazele acide, (fig. 9.3).

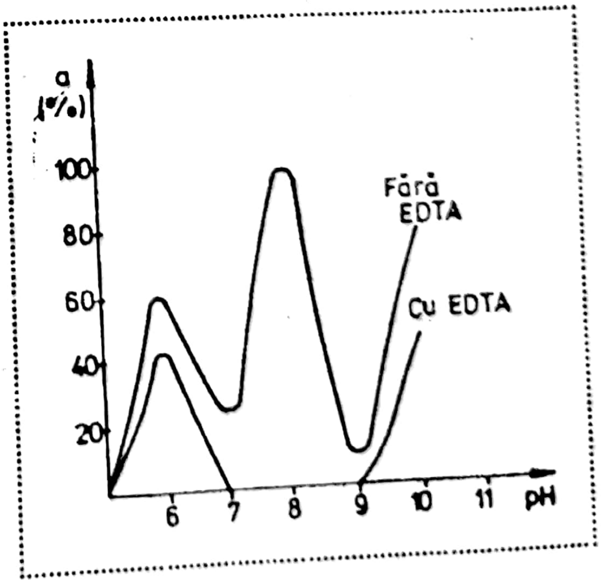


Fig. 9.2. Activitatea proteazei.

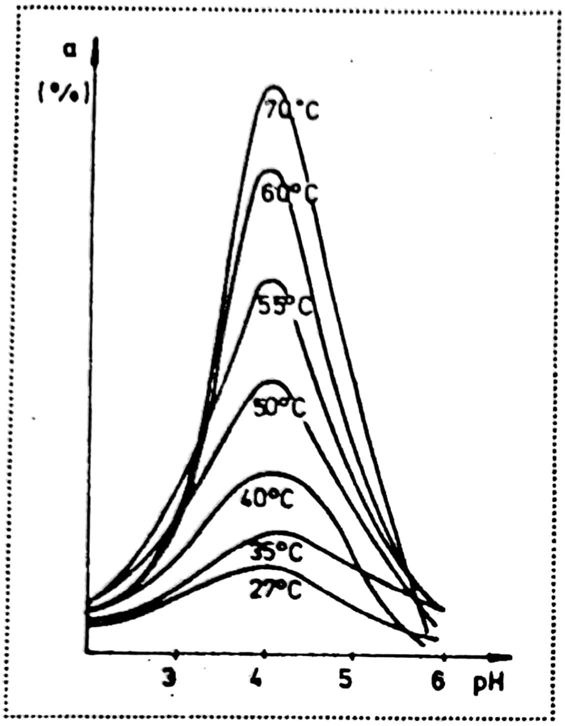


Fig. 9.3. Activitatea enzimatică a preparatului de protează acidă în funcţie de pH şi temperatură.

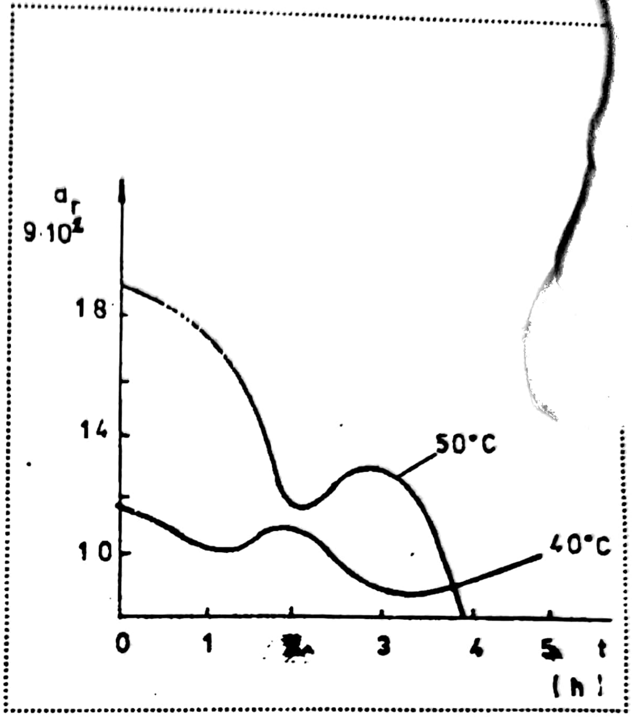


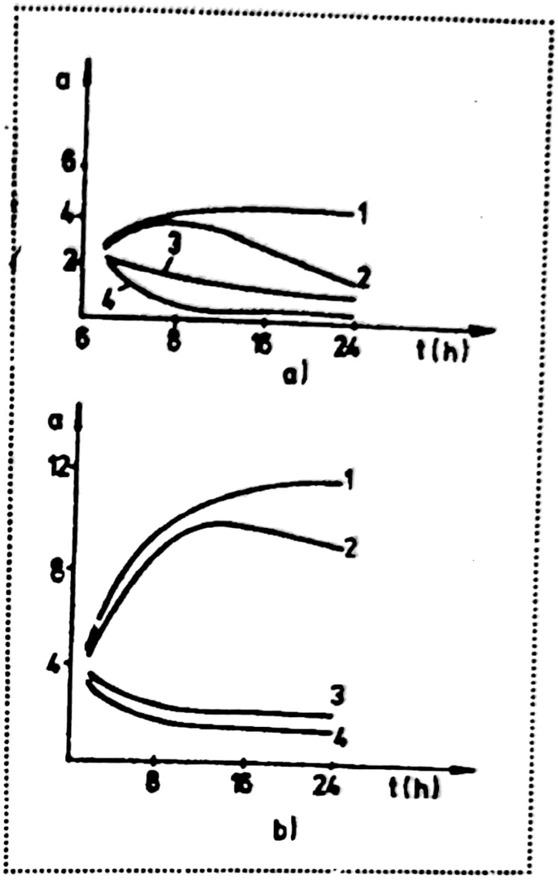
Fig. 9.4. Inactivarea termică a preparatului enzimatic proteolitic din Absidia sp. I.C.A. - 3.147

Preparatul reţine 70 % din activitatea enzimatică proteolitică după 3 ore de incubare la 40 °C şi la pH 4,0, în absenţa substratului. Curbele sinusoidale (aproximativ) demostrează faptul că preparatul enzimatic este heterogen, conţinând mai multe fracţiuni cu activitate enzimatică proteolitică (fig. 9.4).

Profitul curbelor sugerează prezenţa unor fenomene de inactivare-reactivare a diferitelor porţiuni cu activitate enzimatică.

În Rusia s-a pus la punct o tehnologie de obţinere a materialelor fibroase ce conţin fermenţi proteolitici imibilizaţi şi care se utilizează pentru vindecarea rănilor [8]. Materialul textil din bumbac se impregnează cu o soluţie ce conţine 20 g/l terilitină, 0,25-1,3 g aldehidă glutamică la 1 g proteină, pH = 7,5 şi apoi se menţine în stare umedă la temperatura mediului. După 80 de minute de la impregnare începe formarea unei structuri polimere tridimensionate, insolubilă în apă. Prin folosirea terilitinei cu activitatea proteolitică 10 unităţi/mg proteină sau 2,2 unităţi/mg produs tehnic s-a dedus că activitatea proteolitică maximă corespunde raportului 0,25-1,3 g aldehidă/1 g terilitină şi durata de reacţie 24-10 ore (fig. 9.5).

Fig. 9.5. Activitatea proteolitică a terilitinei în timp. a) proteină 12 g/l; aldehidă (g/l): 1 - 3; 2 - 15,6; 3 - 78, 4 - 156; b) proteină 20 g/l; aldehidă (g/l): 1 - 5; 2 - 26; 3 - 130; 4 - 260.



Activitatea proteolitică a terilitinei nu se modifică după conservarea materialului textil timp de patru luni la temperatura de 20 °C. După sterilizarea prin iradiere, activitatea terilitinei imobilizate se reduce cu numai 6 %.

Pentru materialele textile din poliamidă se utilizează o soluţie de fulardare ce conţine 20 g/l proteină şi 5 g/l aldehidă glutamică. Durata de reacţie în stare umedă este de 6-24 ore, obţinându-se activitatea de 8-13 unităţi proteditice/g material.

Pentru obţinerea pansamentelor cu activitate biologică se recomandă imprimarea materialelor textile celulozice, poliamidele, poliesterice, polipropilenice cu preparate medicinale în prezenţa de polimeri biocompatibili care conferă şi caracteristici reologice pentru pasta de imprimare (alginat de sodiu, sarea de sodiu a carboximetilcelulozei, alcool polivinilic etc.) [9]. Preparatele medicinale, insolubile, se desorb de pe materialul textil întocmai ca şi coloranţii de dispersie. Ca urmare a interacţiunii specifice cu polimerul biocompatibil, preparatele biologic active defuzează greu în rană, ceea ce permite utilizarea o perioadă îndelungată. Prin alegerea polimerului biocompatibil cu o masă moleculală bine definită se pot dirija procesele de difuzie. Deoarece preparatul biologic activ este insolubil se poate regla concentraţia într-o plajă largă de valori, asigurându-se astfel doza terapeutică necesară. Cum însă nu se acoperă întreaga suprafaţă a polimerului, se conservă caracteristicile igienico-sanitare. Comparativ cu metoda de aplicare prin fulardare economia de substanţă biologic activă este de 20-100 %, iar durata de utilizare creşte de 3-4 ori. Pentru intensificarea proceselor de vopsire în sistemul tinctorial fibre poliamidice-coloranţi acizi se propune utilizarea diferitelor forme de apă cu activitate biologică ca mediu de vopsire [10, 11]. Apa tisulară (T), tisulară tamponată cu sistem redox (S) şi fracţiunile separate electrochimic (acidă-A şi bazică-B) prezintă stabilităţi termochimice diferite, în timp, prin creşterea temperaturii (fig. 9.6). Apa biologic activă S prezintă modificări ale potenţialului redox ceea ce semnifică compoziţia heterogenă şi activarea în timp a diferitelor componente proteice.

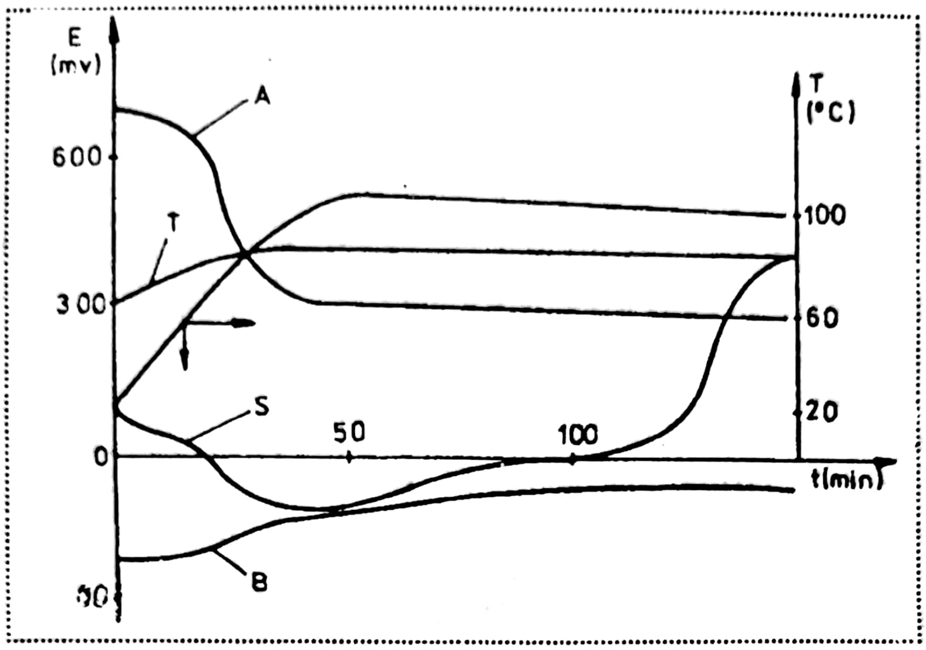


Fig. 9.6. Stabilitatea potenţialului electrochimic corelat cu temperatura şi cu timpul.

Din spectrele de transmisie în vizibil s-au pus în evidenţă puncte izosbestice care semnifică prezenţa formelor tautomere (azo⇄hidrazonică sau chinonă-hidrochinonă) cu multiple posibilităţi de a interacţiona cu polimerul fibros. De asemenea, deplasările batocrome confirmă tranziţiile $\Pi \rightarrow \Pi^*$ şi amplificarea interacţiunilor colorant-solvent (fig. 9.7). Formele active de apă interacţionează mult mai rapid cu polimerul fibros, fiind indicate în procesele continue de vopsire, putându-se elimina agenţii activi de suprafaţă (fig. 9.8). În urma efectuării vopsirilor izoterme şi trasării curbelor cinetice s-au desprins următoarele concluzii: prin aplicare mediul S se obţin grade de epuizare similare cu ale flotelor clasice dar în prezenţă de 25 % acid acetic; afinitatea standard în varianta cu apă tip S este mai mare decît în varianta clasică ceea ce semnifică tendinţa colorantului de a trece în fibră; entalpia sistemului scade şi este corelată cu creşterea stabilităţii subsistemului fibră-colorant; energia de activare scade cu 20-40 %, putându-se aplica tehnologia la temperatură coborâtă. Pentru a se obţine tulburări maxime, în procesele neizoterme de vopsire se recomandă viteze de încălzire cuprinse între 1,1 şi 1,2 °C/min., nemaifiind necesară perioada izotermă de vopsire, întregul proces reducându-se la 30-50 minute. Tratamentele de neîmpâslire a lânii se bazează pe modificarea chimică a suprafeţei (oxidarea, scindarea punţii cistirice, înmuierea solzilor, reducerea coeficientului de frecare), combinată, uneori cu aplicarea unor straturi protectoare (tabelul 9.4) [12]. În cazul utilizării enzimelor, după 25 cicluri de spălare, dimensiunile ochiurilor de tricot se diminuează cu 6 %, comparativ cu 50 % pentru tricotul netratat, (fig. 9.9.).

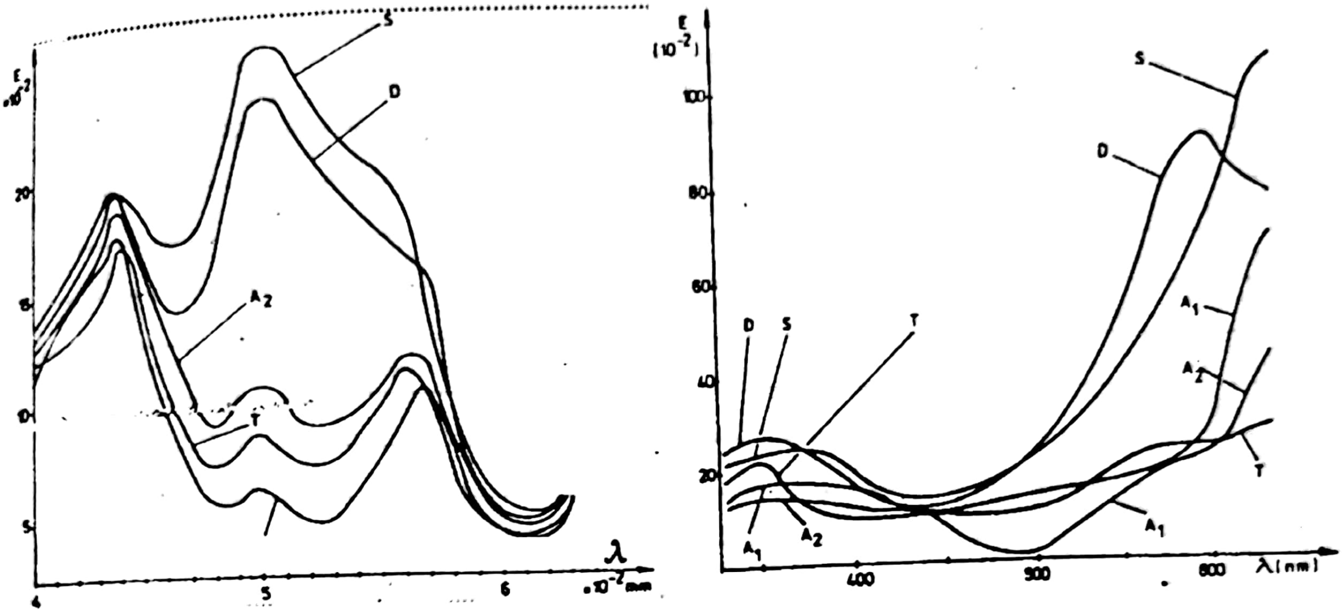


*Fig. 9.7 Spectrele VIS. pentru: **a)** Acid red 88 (azoic); **b)** Acid blue 25 (antrachinonic).*

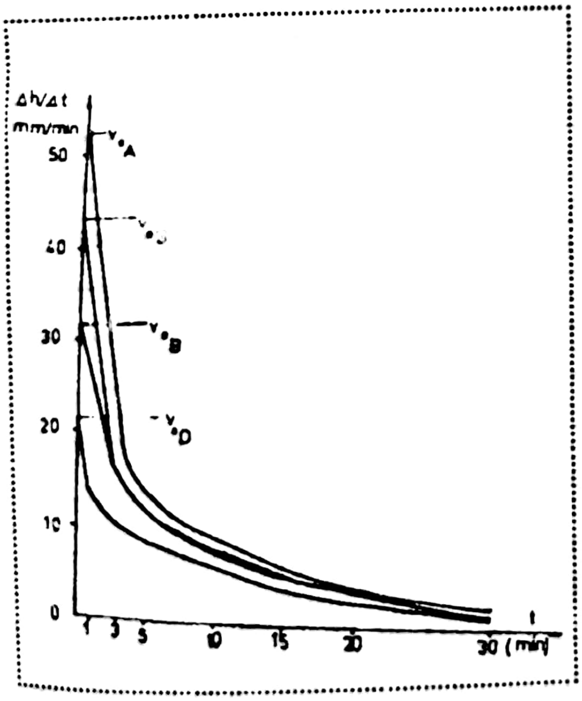


Fig. 9.8 Viteza de udare a poliamidei.

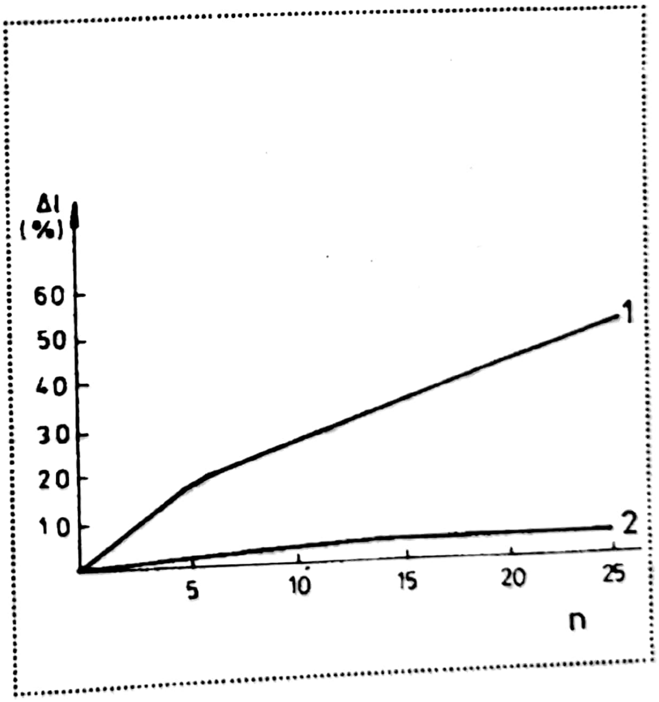


Fig. 9.9. Contracția ochiurilor de tricot netratat (1) și tratat (2).

Tabelul 9.4. *Procedee de neîmpâslire.*

Denumirea procedeului	Mijlocul de realizare
a) Procedee tradiţionale	
Sanforlan	NaOCl, KMO_4
Negafel	NaOCl, HCOOH
IWS-7	NaOCl, NaCl
Proton	NaOCl, sulfamat de sodiu, HCHO
Woolindras	Cl_2
Drisol	SO_2Cl_2
Epilox	KOH, R-OH
Lanafix	H_2O_2, (Cu, Ni - catalizatori)
Disruptex	Descărcări electrice silenţioase
Bancora	Polimerizarea poliamidei pe fibră
Oligan	Aplicarea de răşini epoxidice
b) Procedee îmbunătăţite	
Basolan OC	Acid diclor succinic
Kroy	Apă de clor, NaOCl
Dylan	Acid Caro
Clor-Hercosett	Apă de clor/răşină poliamidică
Altele	Poliamidă, poliuretani, siliconi
c) Procedee enzimatice	
	Cl_2, papaină
	H_2O_2, $(CH_3COO)_2O$, papaină, bisulfit
	NaCl, $Na_2S_2O_3$, papaină

Curbele cinetice în cazul vopsirii ulterioare cu diverse clase de coloranţi sunt dependente de procedeele de neîmpâslire (fig. 9.10).

Prin tratarea enzimatică, pierderile masice şi rezistenţele vopsirilor la diferite tratamente sunt în limitele normale. Pentru corelarea efectelor economice şi tehnologice se ia în consideraţie schema din fig. 9.11.

Cantitatea de sericină îndepărtată pe cale enzimatică utilizându-se enzima proteică Pronase P este mai mare decît în cazul aplicării procedeului clasic în care se utilizează soluţie tampon acid boric - borax (pH = 9,0). În degomarea enzimatică, durata procesului nu este mai mare de 4 ore [13].

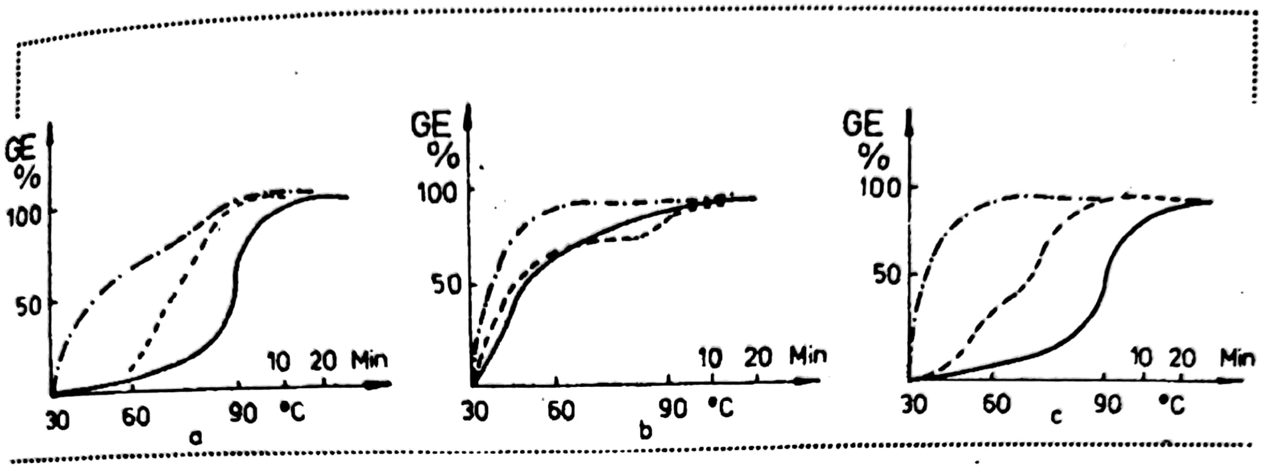


Fig. 9.10. Curbe cinetice de epuizare pentru lâna netratată (- - -), lână tratată prin procedeul Cl-Hercosett (-), lâna tratată enzimatic(- • - • -)
a) 1,1 % Acid red 261; 2,5 % Na_2SO_4; 2,5 % $(NH_4)_2SO_4$; H_m = 1:40; v = 1,5 °C/min. b) 0,92 % Acid red 217; pH = 6, H_m = 1:40; v = 1,5 °C/min. c) 1,5 % Reactiv red 100; 5 % Na_2SO_4, 4 % $(NH_4)_2SO_4$; 1,6 % CH_3COOH, 1 % Lyogen UL - FL, v = 1,5 °C/min.

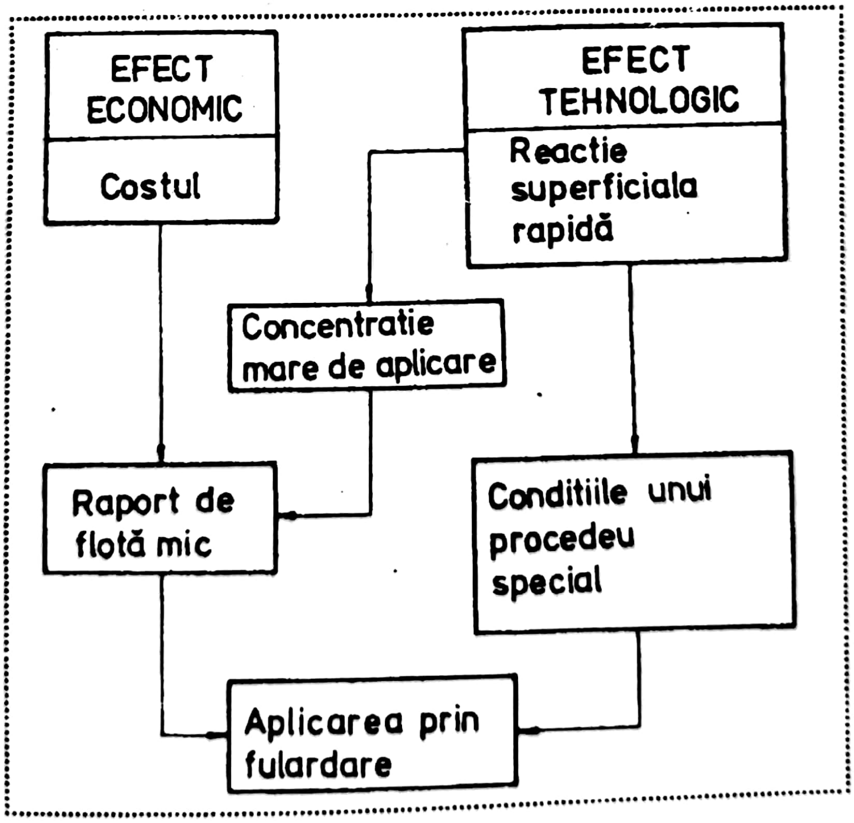

EFECT ECONOMIC
Costul
EFECT TEHNOLOGIC
Reactie superficiala rapidă
Concentratie mare de aplicare
Raport de flotă mic
Conditiile unui procedeu special
Aplicarea prin fulardare

Fig. 9.11

SUBSTANŢE AUXILIARE
PENTRU FINISAREA TEXTILELOR

SUBSTANȚE DE DESCLEIERE

ANEXA I

Denumirea	Firma	Caracteristici
AMIDOSOL A	Comtim	**1.** praf de culoare alb-gălbuie; **2.** - neionic; **3.** - compus enzimatic Aquazym 360 A-800 produs de firma Novo -Danemarca; **4.** - natură proteică; **5.** - produs de descleiere a materialelor textile din bumbac încleiate cu amidon; **6.** - timp maxim de degradare a amidonului 15 min la temperatura de 55 °C.
AMIDOSOL	Romtensid	**1.** - praf de culoare alb-gălbui; **2.** - neionic; **3.** - produs pe bază de enzime amilolitice active; **4.** - timp de degradare a amidonului maxim 20 min; **5.** - destinat pentru descleierea la temperatura de 50-55 °C și la pH = 6,6-7,2, în prezența a 3-5 g/l clorură de sodiu.
AMIDOSOL B	Romtensid	**1.** praf gălbui, **2.** -; **3.** - produs pe bază de enzime amilolitice bacteriene, activate; **4.** 99-100 % substanță uscată; **5.** - nu atacă fibrele textile; **6.** - descleierea continuă: 3-7 g/l Amidosol B: 2-3 g/l clorură de sodiu la 60-70 °C; 1 g/l Romopal LN;
BOLAMILASE K 200 1	Chemapol	**1** - pulbere; **2.** -; **3.** - alfa amilază de origine bacteriană; **4.** - pH optim 6,2-6,4; **5.** - solubilizarea amidonului; **6.** - descleiere rapidă: temperatura de impregnare 60-65 °C; vaporizare la temperatura de 90-100 °C, timp de 90-121 s.
BACTOSOL HTN (lichid)	Sandoz	**1.** lichid brun închis; **2.** -; **3.** - enzime pe bază de amilaze bacteriene stabilizate cu o soluție tampon; **4.** - condiții optime: pH = 6,5-9; T = 90-110 °C; **5.** - pentru descleierea amidonului și a încleierilor mixte; **6.** - descleierea continuă: 3-5 ml/l la 90-95 °C.
RAPIDASE (lichid sau pulbere)	International Biosyntetics	**1.** lichid; **2.** -; **3.** - enzimă de origine bacteriană; **4.** -; **5.** - produs de descleiere rapidă; **6.** - indicată descleierea prin vaporizare.
SANDOPANE DTC	Sandoz	**1.** pastă clară; **2.** - neionic/anionic; **3.** -; **4.** - soluția de 1 % are pH-ul 7; **5.** - agent de spălare și curățare sintetic cu bune proprietăți hidrofile și detergente; **6.** - utilizat în tehnologii comasate continue (2g/l - la albire; 3g/l la vopsire).

SUBSTANŢE AUXILIARE UTILIZATE ÎN OPERAŢIILE DE PREGĂTIRE   ANEXA II

Denumirea	Firma	Caracteristici
AROSIT SR (pulbere)	Sandoz	1. pulbere gri-albicioasă; 2. anionic; 3. formaldehid sulfoxilat de sodiu; 4. pH-ul soluţiei de 1 % = 10,1; 5. agent de reducere; 6. în procedeul continuu 5-10 g/l;
ATEBAN AB	Dr.Böhme	1. soluţie viscoasă, galben aurie; 2. anionic; 3. combinaţie de alchilarilsulfonat şi alchilipoliglicoli; 4. solubil în apă caldă şi rece; 5. produs de spălare şi curăţare a bumbacului la fierbere şi la albire cu acţiune dispersantă şi de scoatere a murdăriei; 6. se utilizează în concentraţii de 1-2 g/l
COTOBLANC RS.	Tubingen	1. dispersie; 2. neionogen; 3. sistem coloidal pe bază de săruri organice; 4. nu spumează; 5. se reduc spălările cu 50 %; 6. consum specific 1,6 g/l;
COTTOCLARIN OK	Henkel	1. pastă incoloră; 2. anionic/neionic; 3. amestec sinergetic de produse tensioactive; 4. 60 % substanţă uscată; 5. produs cu propietăţi de udare şi dispersare indicat în procesele de fierbere şi albire (peroxid de hidrogen, hipoclorit de sodiu, clorit de sodiu); 6. 1-5 g/l;
LEOPHEN U	BASF	1. pastă alb-gălbuie; 2. anionic; 3. amestec sinergetic de tenside; 4. 70 % substanţă uscată; 5. agent de spălare şi udare; 6. 0,5-4 g/l - tratament alcalin; 0,5-1 g/l - albire cu hipoclorit de sodiu, 1-3 g/l - albire cu apă oxigenată, 2-4 g/l - albire cu clorit de sodiu.
SINCAL OE	Zschimmer Schwarz	1. soluţie clară; 2. anionic; 3. eteralchilpoliglicoli; 4. reacţie neutră în soluţie apoasă; 5. produs de spălare şi spumare; 6. spălare 0,5-3 g/l; fierbere 1-3 g/l; albire 2-5 g/l.
SOLVATEX	Certex	1. lichid limpede; 2. anionic; 3. amestec sinergetic de produse tensioactive anionice şi netensioactive; 4. pH = 9; 5. agent de curăţare intensivă a ţesăturilor tip bumbac şi pentru procedeul pad-steam; 6. concentraţia uzuală 8-18 g/l.

ACTIVATORI ŞI STABILIZATORI PENTRU ALBIRE ANEXA III

Denumirea	Firma	Caracteristici
ACTIVATOR SF	Hoechst	**1.** praf cristalin, alb; **2.** anionic **3.** combinaţie de săruri organice, anorganice şi produse tensioactive; **4.** activator la albirea cu $NaClO_2$ prin procedeul pad-steam; **6.** 10-15 % din cantitatea de $NaClO_2$;
BASOSOFT FB	BASF	**1.** dispersie albă; **2.** neionic; **3.** produs de condensare a unui acid gras; **4.** -; **5.** stabilizarea peroxidului de hidrogen; **6.** 0,5-2 g/l;
BLEICHILFSCHMITTEL HV	Hoechst	**1.** praf alb; **2.** anionic; **3.** combinaţie de săruri anorganice şi compuşi tensioactivi; **4.** 0,5-1 % umiditate; **5.** reduce formarea bioxidului de clor la albirea cu clorit de sodiu; **6.** 0,5-2 g/l la albirea pe jigher şi 2,5 g/l în procedeul pad-steam;
PEROXIDSTABILIZATOR H	Hoechst	**1.** lichid; **2.** anionic; **3.** sarea de sodiu a unui acid acid policarboxilic; **4.** -; **5.** stabilizator în albirea cu peroxid de hidrogen a fibrelor celulozice şi a amestecurilor cu fibrele sintetice, pe utilaje cu hidromodul mare; **6.** 0,5-1 ml/l;
LENETOL PS	ICI	**1.** lichid slab viscos, auriu; **2.** anionic; **3.** amestec de esterfosfat şi agenţi complecşi; **4.** -; **5.** stabilizator al peroxidului de oxigen, înlocuind silicatul de sodiu; **6.** 2-10 g/l;
STABITEX O	I.T. Timişoara	**1.** lichid lăptos; **2.** -; **3.** amestec sinergetic de compuşi organici cu efect de suprafaţă; **4.** 21 % substanţă uscată; **5.** reglează descompunerea peroxidului de hidrogen; efecte de înmuiere, spălare şi protecţia fibrei; **6.** 5-12 ml/l în procedeele pad-steam, pad-roll şi pad-batch;
STABILIZATOR AWN	Sandoz	**1.** dispersie apoasă, albă; **2.** anionic/neionic; **3.** amestec de săruri anorganice şi produse active de suprafaţă; **4.** -; **5.** stabilizator pentru peroxidul de hidrogen la albirea fibrelor celulozice şi a lânii; **6.** 0,25-1 g/l, prin orice procedeu de albire;
STABILIZATOR CB	ICI	**1.** lichid slab viscos, incolor; **2.** anionic; **3.** săruri de sodiu ale acizilor policarboxilici; **4.** solubil în apă; **5.** stabilizarea peroxidului de hidrogen; **6.** 1-6 g/l, indiferent de procedeu;
STABILIZATOR SIFA	Sandoz	**1.** lichid galben; **2.** acid policarbonic substituit; **4.** densitate 1,2 g/cm^3; **5.** stabilizator în albirea fibrelor celulozice sau în amestec; **6.** 3-10 ml/l, indiferent de procedeu;

Denumirea	Firma	Caracteristici
ALCOOL GRAS SULFATAT	Romtensid	**1.** pastă albă-crem; **2.** anionic; **3.** alcooli graşi sulfataţi; **4.** substanţă activă (%) minim 19 pentru tip 19, 30 pentru tip 30 şi 35 pentru tip 35; **5.** produs utilizat la dizolvarea coloranţilor, înmuierea fibrelor celulozice, curăţirea alcalină a bumbacului, spălarea ţesăturilor din fibre acetat, vopsirea bumbacului cu coloranţi direcţi şi direcţi rezistenţi, săpunirea vopsirilor, imprimare, spălarea lânii, degomarea şi vopsirea mătăsii vegetale, piuarea ţesăturilor din lână, vopsirea fibrelor poliamidice cu coloranţi anionici; **6.** 1 parte colorant la 1,5-2 părţi soluţie 10 % pentru plastificare (coloranţi de sulf, cadă, direcţi), 2-4 g/l înmuierea fibrelor celulozice, 1-3 g/l vopsirea bumbacului cu coloranţi direcţi, 2-3 g/l pregătirea ţesăturilor din fibre acetat şi vâscoză, 1-3 g/l săpunirea vopsirilor (coloranţi de cadă, sulf şi azoinsolubili), 2-8 g/l spălarea fibrelor de lână, 1-2 g/l spălarea ţesăturilor de lână, soluţie de 6-10% pentru piuarea ţesăturilor de lână, 3-4 g/l la spălarea ţesăturilor din fibre sintetice.
ALDETAL N	Romtensid	**1.** lichid uleios, transparent, brun-gălbui; **2.** anionic; **3.** agent de suprafaţă anionic cu adaos de solvenţi organici; **4.** substanţă activă minim 16 %; **5.** serveşte la detaşarea şi spălarea materialelor textile; **6.** pentru detaşarea petelor se foloseşte ca atare sau diluat (1:1 - 1:4), spălarea lânii şi semilânii (materialul impregnat cu 50-100 g/l Aldetal se lasă 5-10 ore la 30 °C, apoi se spală cu 2-5 g/l Detersin DBS sau Romopal OF10), spălare (bumbac, lână, vâscoză, celofibră la temperatura de 45 °C utilizând 1-5 g/l sau poliester şi amestecul lână-poliester cu 5 g/l Detersin DBS, 15-20 g/l Aldetal şi 3-5 g/l carbonat de sodiu la temperatura de 35 °C timp de 2-3 ore), îndepărtarea petelor de ulei; grăsimile de pe poliamidă (ţesătura înainte de vopsire, se fulardează cu 50-100 g/l Aldetal la temperatura de 30 °C, se lasă 1-3 ore şi apoi se spală cu o soluţie ce conţine Detersin DBS sau Romopal OF10).

ALDETAL DN	Romtensid	1. lichid limpede, brun-roşcat; 2. anionic; 3. produs pe bază de agenţi de suprafaţă anionici şi neionici cu adaos de solvenţi; 4. minim 35 % substanţă activă; 5. la detaşarea petelor de grăsimi şi a uleiurilor minerale de pe materialele din bumbac, lână şi fibre sintetice (PES, PA şi amestecurile S/C), produce o bună degresare a materialelor din fibre poliamidice albe şi vopsite. 6. la detaşarea locală a petelor de pe PES şi PES/L sau PES/Celo se utilizează Aldetal şi apă în raportul 1:1 - 1:2; în concentraţie de 2 g/l pentru spălarea continuă; detaşarea petelor de pe lână prin fulardare cu 150-250 g/l Aldetal DN, pH = 9, temperatura 50 °C; la detaşarea pe jigher, se utilizează 30 g/l Aldetal DN, 10 g/l Na_3PO_4 pentru PA.
AUXILIAR T	Romtensid	1. pastă viscoasă, galben-brună; 2. anionic; 3. amestec de produse anionice şi neionice; 4. 50 % substanţă uscată; 5. produs cu proprietăţi de udare, dispersare, spălare indicat în procesele de pregătire; 6. 0,5-1 % sau 1-2 g/l la curăţarea alcalină, 0,5-1 g/l la albire, 0,5-1 g/l la vopsire, 1-2 g/l la spălare sau săpunire.
CEFATEX FNS	Zschimmer Schwarz	1. lichid incolor, uşor tulbure; 2. anionic; 3. amestec de produse tensioactive şi de esteri ai acidului fosforic; 4. pH-ul soluţiei-neutru; 5. produs auxiliar de înmuiere şi antispumare utilizat la fulardarea cu coloranţi reactivi, cadă şi sulf; 6. fulardare cu 2-4 g/l pentru materialul crud şi 1-3 g/l pentru materialul netratat.
DETAŞANT AE 8-2	Certex	1. lichid viscos, slab roşcat; 2. slab anionic; 3. amestec sinergetic de produse anionice şi neionice; 4. substanţă uscată 55 ± 5 %; 5. produs de spălare pentru ţesături din fire pieptănate şi cardate de lână în amestec cu fibre chimice sau ţesături sintetice 100 % (PA, PES); 6. spălarea lânii (temperatura 45 °C, 1-3 % Detaşant, pH = 8,5 realizat cu carbonat de sodiu, durata spălării 45 minute); spălarea materialelor din fibre sintetice (Romopal OF10 - 1 parte, Detaşant - 3 părţi, carbonat de sodiu 3 g/l); pentru ţesături cu pete uleioase se face o impregnare cu o soluţie de 60-80 g/l Detaşant sau se tamponează cu o soluţie apă: Detaşant = 1:1.
DETERGENT NL	Certex	1. lichid viscos; 2. neionic; 3. eteri ai acizilor organici şi polietilenglicolului cu alchilarilpolietoxilaţi; 4. min. 96 % substanţă uscată; 5. destinat pentru spălarea lânii brute; 6. reţeta: 1,6-1,8 % Detergent NL, 2,5 % carbonat de sodiu, 0,2 % sulfat de sodiu.

DETERGENT R	Romtensid	**1.** lichid (pastă) alb-gălbui; **2.** anionic; **3.** produs pe bază de agenţi de suprafaţă anionici şi neionici; **4.** -; **5.** produs cu mare putere detersivă la temperatura de 60 °C pentru PES, AS, TA; se foloseşte înainte de vopsire pentru îndepărtarea substanţelor de preparaţie; **6.** 2-3 g/l Detergent R la 60 °C, timp de 10 min.
DETERSIN DBS tip 17-pastă tip 20-praf	Romtensid	**1.** praf brun-deschis; **2.** anionic; **3.** alchilarilsulfonat de sodiu; **4.** min. 17 % substanţă activă pentru forma pastă şi 30 % substanţă activă pentru forma praf; **5.** produs pentru pregătirea ţesăturilor din fibre de celuloză regenerată; indicat pentru spălarea şi piuarea lânii; **6.** 1-3 g/l pentru fierberea sub presiune a fibrelor de bumbac; 2-4 g/l săpunirea vopsirilor şi pregătirea fibrelor de lână în mediu neutru sau slab alcalin; 1-3 % pentru piuarea ţesăturilor din fibre de lână şi semilână.
DIAVADIN WTS	Bayer	**1.** lichid galben-brun; **2.** anionic; **3.** amestec de eter alchilarilpoliglicolic cu solvent; **4.** 20-22 % substanţă uscată; **5.** produs de detaşare pentru îndepărtarea petelor de grăsimi, gudroane şi uleiuri; **6.** pentru ţesături din fibre de lână (30-200 g/l după necesitate şi operaţie; 1:1 - 1:3 cu apă, pentru detaşarea locală; 30-70 g/l la fulardare şi repaus peste noapte; 50-150 g/l la fulardare şi repaus 2 ore, pentru ţesături din bumbac şi fibre sintetice (60-100 g/l în varianta cu fulardare şi repaus câteva ore sau 3% pentru îndepărtarea locală a petelor de ulei şi gudroanelor).
DUPON D	Chemapol	**1.** lichid galben-brun cu miros de solvenţi; **2.** anionic; **3.** amestec de solvenţi şi detergenţi; **4.** 20 % substanţă uscată; **5.** produs de detaşare; spălare pentru ţesături din fibre celulozice, lână şi amestecuri cu fibre sintetice; se poate utiliza în amestec cu sodă calcinată, amoniac sau săpun; **6.** 1:1 sau 1:3 cu apă pentru detaşarea locală sau 50-200 g/l pentru detaşarea prin impregnare.
EFECTOL DO	Dr. Böhme	**1.** lichid galben-brun; **2.** anionic; **3.** hidrocarburi aromatice în amestec cu emulgatori specifici; **4.** 0 % conţinut în apă; **5.** produs de detaşare a petelor de ulei şi de smoală, de pe fibrele de lână, bumbac, mătase, sintetice; **6.** fulardare cu 30-150 g/l la temperatura de 40-50 °C şi depozitare 12-24 ore.

EMULGATOR A	Romtensid	1. lichid viscos, brun-roşcat; 2. neionic; 3. agent de suprafaţă polietoxilat; 4. se foloseşte în procesele de piuare şi de spălare a ţesăturilor de lână şi de semilână; 5. emulgator pentru uleiuri minerale; 6. 50-100 g/l la piuare; 10-15 g/l la spălare pentru îndepărtarea grăsimilor şi petelor de bitum rezinificat; 5-10 % pentru îndepărtarea uleiurilor de ungere.
EMULGATOR OF-8	Romtensid	1. lichid viscos; 2. neionic; 3. agent polietoxilat; 4. min. 99 % substanţă activă; 5. produs cu proprietăţi de udare-dispersie; 6. 1,5 g/l ca agent de udare şi 1-3 g/l ca agent de dispersare (coloranţi acizi).
IMEROL XN	Sandoz	1. lichid gălbui; 2. slab anionic; 3. eter poliglicolic modificat cu conţinut de solvenţi; 4. -; 5. produs de detaşare; 6. se utilizează prin fulardare (20-40 g/l) sau în maşinile de spălat cu tambur (1 g/l).
IRGAPADOL AS	Giba-Geigy	1. lichid galben; 2. anionic; 3. alchilarilpoliglicoletersulfat cu adaos de solvent; 4. -; 5. auxiliar pentru vopsirea continuă a lânii, poliamidei, poliesterului şi la imprimarea Vigoureux; 6. 3-5 g/kg (l) pastă (emulsie).
ISMASSIST 18/50	Isma Dye (Egipt)	1. lichid slab viscos, gălbui; 2. neionic; 3. polihidroxialchil; 4. -; 5. tratare preliminară vopsirii, tratare ulterioară; agent de curăţare, egalizare şi dispersare pentru lână, celuloză, poliamidă şi acrilice; 6. spălarea fibrelor celulozice vopsite cu coloranţi reactivi (1-2 g/l la fierbere); spălarea lânii vopsite cu coloranţi reactivi (1-2 g/l Ismassist 18/50, 2-3 ml/l amoniac de 25 %, 15-20 minute la 40-50 °C); 1-2 % în cazul vopsirii poliamidei cu coloranţi de dispersie.
ÎNTĂRITOR DE CURĂŢARE	Certex	1. lichid galben-roşcat; 2. neionic; 3. produs pe bază de alcooli sulfataţi; 4. solubilitate completă în apă şi tetraclorură de carbon; 5. intensificarea curăţării în solvenţi organici; 6. 10 g/l pentru spălarea în solvenţi a ţesăturilor de tip lână.
LAVORAL WM.	Stochausen	1. lichid transparent; 2. neionic; 3. produs de etoxilare; 4. -; 5. produs de spălare universal; 6. 2-4 % pentru spălare discontinuă şi 1-4 g/l pentru spălare continuă (pH = 9-10, temperatura 30-40 °C).

LENETOL WLF	ICI	1. gel auriu; 2. anionic; 3. eter/fosfat modificat; 4. solubil în apă; 5. produs de udare alcalin, stabil, cu caracter redus de spumare, cu bune proprietăţi penetrante, compatibil cu produse neionice şi anionice; utilizat pentru fibre fine şi ţesături celulozice; se diluează cu apă la 25-30 °C, sub continuă agitare; 6. 0,5-5 g/l funcţie de hidromodul şi de natura materialului, la 90-95 °C şi concentraţii moderate de hidroxid de sodiu.
LIMPIGEN FD	Veb Fettchemie	1. lichid viscos, clar; 2. neionogen; 3. combinaţie neionogenă de emulgator cu polialcool; 4. reacţie neutră sau slab alcalină;.5. îndepărtarea gudroanelor şi detaşarea uleiurilor şi grăsimilor; 6. 100-200 g/l pentru detaşarea locală şi 1-5 g/l în flota de spălare.
METAUPON	Leuna (Germania)	1. pastă gălbuie; 2. anionic; 3. sarea de sodiu a oleilmetiltaurinei; 4. 55 % substanţă uscată; 5. produs cu proprietăţi de udare, spălare, dispersare; 6. 1-2 g/l în procesele de spălare.
NEKANIL LN	BASF	1. lichid viscos, incolor; 2. neionic; 3. alchilfenolpoliglicoleter; 4. 100 % substanţă uscată; 5. udare, spălare, emulsionare; 6. spălarea lânii brute: 0,25-0,7 % şi 0,5-2 % carbonat de sodiu; spălarea palelor 0,15-0,5 g/l; spălarea fibrelor sintetice 0,2-0,5 g/l; piuarea lânii 0,25-1 %; 5-10 % pentru detaşare; 0,25-0,5 g/l ca produs de udare; 1-2 g/l în lierea neţesutelor.
PERENIN AS	Dr. Böhme	1. soluţie viscoasă, gălbuie; 2. anionic; 3. ester al acidului sulfondicarbonic; 4. -; 5. produs de udare rapidă cu spumare redusă; 6. 0,4-0,6 g/l pentru udare şi pentru albire, 0,5% la albirea continuă, 0,5-1 g/l în băile de vopsire.
PREPARAT TMS	Rusia	1. -; 2. anionic; 3. amestec de alchilsulfaţi de sodiu; 4. -; 5. udare, dispersare, spălare; 6. -.
RESULFATAN FL	Romtensid	1. lichid uleios, galben-brun; 2. anionic; 3. ulei de ricin sulfatat în amestec cu solvenţi; 4. 30 % materii grase saponificabile; 5. produs de detaşare-spălare; 6. soluţie 1:3 - 1:6 cu apă pentru detaşarea petelor prin tamponare locală sau fulardare; 2-6 % pentru spălarea ţesăturilor (bumbac, lână, amestecuri) în flote mici la 45-80 °C.

ROMOPAL LN	Romtensid	**1.** lichid gălbui; **2.** neionic; **3.** alcooli graşi etoxilaţi; **4.** min. 30 % substanţă activă; **5.** produs de udare şi dispersare; **6.** 1-2 g/l în udarea fibrelor de bumbac şi celofibră; 1-2 % în curăţarea alcalină a bumbacului; 1-2 g/l în procesele de albire; 2/3 la descleiere; 1-2 g/l la săpunirea vopsirilor şi imprimărilor cu coloranţi reactivi, cadă şi azoinsolubili; 1-2 g/l în flotele de vopsire a fibrelor de lână.
ROMOPAL O	Romtensid	**1.** lichid galben; **2.** neionic; **3.** alcooli graşi polietoxilaţi; **4.** min. 30 % substanţă uscată; **5.** produs cu proprietăţi de udare, dispersare, emulsionare; egalizarea vopsirilor (direcţi, cadă, acizi, cromatobili, premetalaţi 1:1 şi 1:2); se foloseşte la dizolvarea bazelor, la spălarea vopsirilor şi imprimeurilor cu azoinsolubili; (efect de îmbunătăţire a rezistenţelor la frecare), la vopsirea mătăsii naturale; **6.** 3-5 % la vopsirea cu coloranţi acizi a lânii şi semilânii), 2-4 % la vopsirea cu coloranţi acizi cromatabili şi premetalaţi (semilână), 0,1-0,2 % la vopsirea cu coloranţi direcţi şi cationici (celuloză), 0,2-0,3 % la vopsirea cu coloranţi de cadă, 1-2 g/l în băile de cuplare (azoinsolubili), 0,5-1 g/l la săpunire (cadă. azoinsolubili), 40-60 g/kg la prepararea emulsiilor şi a pastelor de imprimare cu pigmenţi şi coloranţi reactivi; 0,4-0,8 g/l pentru antistatizarea nepermanentă a fibrelor sintetice.
RUCOGEN DFL	Rudolf	**1.** lichid gălbui, slab viscos; **2.** neionic; **3.** produs de etoxilare; **4.** -; **5.** proprietăţi de spălare, dispersare, detaşare (pete de ulei şi grăsimi); **6.** 1:1, 1:2 cu apă pentru detaşarea locală; 1-5 g/l pentru curăţare fibre celulozice şi 50-200 g/l pentru detaşare prin fulardare.
SALTETRA WG	Roll (Italia)	**1.** lichid viscos; **2.** anionic; **3.** amestec de produse condensate (arilalchil şi un diester sulfonat cu trietanolamină); **4.** min. 95 % substanţă activă; **5.** produs cu proprietăţi de udare şi pătrundere utilizat în imprimarea Vigoureux; **6.** 3-5 g/kg pastă.
SANDOCLEAN PC (lichid)	Sandoz	**1.** lichid limpede, incolor, uşor viscos; **2.** neionic; **3.** eterul poliglicolic al unui alcool gras în soluţie apoasă glicolică; **4.** pH-ul soluţiei de 1 % = 5,5; **5.** produsul (biodegradabil) este înmuiat, detergent şi solvent; cu proprietăţi de emulsionare şi dispersie; elimină sărurile minerale şi uleiurile de pe materialele textile; **6.** ancolare 1-5 ml/l; dezancolare enzimatică 2-6 ml/l; înmuiere preliminară 5-30 ml/l; eliminarea uleiurilor minerale 50-100 ml/l.

SANDOPUR MCL (lichid)	Sandoz	**1.** lichid galben, uşor tulbure; **2.** neionic; **3.** eter alchilpoliglicolic cu un agent reducător de natură organică; **4.** pH-ul soluţiei de 5 % este 7; **5.** agent reducător la spălarea cu hidrosulfit de sodiu şi detergent uzual la vopsirile şi imprimările cu coloranţi de dispersie pe fibrele poliesterice; **6.** procedeu discontinuu: 1-4 g/l Sandopur MCL, 1-2 g/l hidroxid de sodiu; încălzire la 70-80 °C; răcire la 50 °C, clătire cu apă la 40-50 °C, clătire cu apă rece acidulată cu acid acetic.
SINCAL F	Zschimmer Schwarz	**1.** lichid uleios, galben deschis; **2.** anionic; **3.** amestec alchilsulfonat şi derivaţi etoxilaţi; **4.** min. 34 % substanţă activă; **5.** curăţare prealabilă, spălare, piuare şi vopsire; stabil la acizi şi baze indiferent de duritatea apei; compatibil cu produse anionice şi neionice; **6.** piuare acidă - 10 g/l; spălare - 10 g/l; piuare neutră - 10 g/l; piuare alcalină - 10 g/l; diazotare - (0,1-0,5) g/l; vopsire cu coloranţi de sulf, cadă - 0,5 g/l; albirea celofibrei - 0,3 g/l.
SINCAL SW-T	Zschimmer Schwarz	**1.** soluţie clară, maro; **2.** neionic; **3.** amestec de enzime speciale şi tenside; **4.** pH-ul soluţiei de 10% = 7; **5.** produs de spălare enzimatic pentru articolele de blugi prespălaţi, pentru obţinerea efectului Stone-Washeal; **6.** 1,5-2,5 % Sincal SW-T; H = 1:5 - 1:10; pH = 7-8; temperatura 50-60 °C.
SINTANOL DS-10	Rusia	**1.** -; **2.** anionic; **3.** $C_nH_{2n+1}O(C_2H_4O)_mH$ cu n = 10...18 şi m = 8...10; **4.** -; **5.** se utilizează la curăţare albire şi la vopsire ca agent de udare şi dispersare.
SLOYAPON N	Chemapol	**1.** lichid alb-gălbui, transparent; **2.** neionic; **3.** eter alchil poliglicolic; **4.** 87-89 % substanţă uscată; **5.** produs de spălare pentru fibre celulozice, lână, amestecuri cu poliester; **6.** 1-2 % pentru piuare; 0,3-1 % pentru spălarea lânii; 1-3 g/l pentru spălarea celorlalte fibre; 1-2 g/l pentru spălarea după vopsire, pe haspel.
SOLPON BZ	Dr. Böhme	**1.** lichid incolor; **2.** neionogen; **3.**, **4.** -; **5.** produs de detaşare utilizat pentru toate fibrele sintetice; **6.** 2-5 g/l în proces continuu.
SOLPON 4488	Dr. Böhme	**1.** soluţie albă; **2.** neionogen; **3.** combinaţie etoxilată; **4.** -; **5.** produs de spălare pentru toate tipurile de fibre, special utilizat pentru utilajele cu turbulenţă mare; **6.** pentru maşini de spălat cu duze 1-3 g/l; pentru proces continuu 2-5 g/l; temperatura 40-98 °C.

SPOLION 8	Chemapol	1. lichid transparent, gălbui; 2. anionic; 3. dialchilsulfosuccinat de sodiu; 4. 50 % substanţă uscată; 5. produs de udare cu acţiune rapidă; 6. 0,2-2 g/l la încleiere, descleiere, udare, spălare, fierbere, albire, vopsire, apretare.
SUBITOL LS-N	Tubingen	1. pastă incoloră, slab tulbure; 2. anionic; 3. amestec sinergetic de tenside; 4. 60 % substanţă uscată; 5. indicat în operaţiile de pregătire pentru fibrele sintetice; stabil la albirea cu peroxid de hidrogen, hipoclorit de sodiu, clorit de sodiu; 6. 0,2-6 g/l în procesele de pregătire pentru fibre celulozice; 0,2-2 g/l ca agent de udare în apretură; 0,5-1 g/l ca agent de udare în vopsire.
SULFONOL	Rusia	1. -; 2. anionic; 3. alchilbenzensulfonat de sodiu [$CnH_{2n+1}C_6H_4SO_3Na$, n = 12-18]; 4. agent de udare, emulgator la vopsire; 5., 6. -.
TISSOCYL RL-B	Zschimmer Schwarz	1. lichid gălbui; 2. neionic; 3. alchil poliglicoleter; 4. uşor solubil în apă caldă, compatibil cu produse anionice şi neionice; 5. spălarea lânii, mătăsii naturale şi a amestecurilor cu fibrele sintetice; 6. se dizolvă la 40 °C, la o concentraţie de 20 % şi din această soluţie se utilizează în maşinile de spălat; 0,5-1 % pentru mătase naturală la pH = 9-10.
ULEI SULFATAT RST-I	Romtensid	1. ulei omogen, galben-brun cu nuanţă verzuie; 2. anionic; 3. ulei de ricin sulfatat; 4. min. 40 % substanţe grase; 5. agent de udare în vopsitorie, imprimerie, apretură (avivare); emulgator pentru emulsii de tip U/A; 6. 1-3 % la vopsire şi imprimare; 20-40 g/l în pastele de apretare.
ULEI SULFATAT RST-II	Romtensid	1. ulei omogen; 2. anionic; 3. ulei de ricin sulfatat şi solvenţi; 4. min. 40 % substanţă uscată; 5. putere de udare şi piuare; 6. 1-2 % la piuarea ţesăturilor din lână şi semilână; 2-4 g/l la spălare, cu sau fără adaos de săpun; 20-30 g/l la detaşarea petelor (ulei, smoală), la pastificarea coloranţilor de sulf sau cadă; la prepararea emulsiilor de tipul U/A.

AUXILIARI PENTRU MERCERIZARE

ANEXA V

Denumirea	Firma	Caracteristici
LEOPHEN ML	BASF	**1.** soluție clară, galben-brun, viscozitate joasă; **2.** anionic; **3.** alchilsulfat; **4.** -; **5.** mercerizare și leșiere; **6.** 3-5 g/l pentru materialul crud; 1-2 g/l pentru materialul fiert.
MERCEROL SM	Sandoz	**1.** -; **2.** anionic; **3.** amestec de ciclohexanoli; **4.** -; **5.** mercerizarea tricoturilor prin fulardare; **6.** 3 % raportat la masa de tricot.
SULFIROL 8	Rusia	**1.** soluție apoasă; **2.** anionic; **3.** alcani sulfatați; **4.** stabil în mediu puternic alcalin; **5.** agent de udare la mercerizare; emulgator la vopsire și imprimare.
TIMEROL A	Romtensid	**1.** lichid brun-gălbui; **2.** anionic; **3.** amestec de alcooli sulfatați (C_5-C_6) și nesulfatați cu solvenți organici; **4.** timp de udare 1 sec; **5.** mercerizarea uniformă; **6.** 10-15 g/l.

AGENȚI DE DISPERSARE AI COLORANȚILOR

ANEXA VI

Denumirea	Firma	Caracteristici
BREVIOL DE	Henkel	**1.** paiete albe; **2.** neionic; **3.** eter alchil poliglicolic; **4.** 100 % substanță activă; **5.** agent de dispersare cu proprietăți de egalizare utilizat la vopsirea țesăturilor din lână, poliamidă sau în amestec cu poliester și/sau poliacrilonitril; **6.** 0,25-0,5 g/l la vopsirea cu coloranți premetalați 1:1 și 1:2.
DISPERSATOR NF	Rusia	**1.** -; **2.** anionic; **3.** 2,2' metilen bis-(naftalin 6-sulfonat) de sodiu; **4.** -; **5.** agent de dispersare, solubilizare și egalizare; **6.** 10-20 g/l.
DISPERSIL WS	Romtensid	**1.** praf brun; **2.** anionic; **3.** produs de condensare al unui acid naftalinsulfonic cu formaldehidă; **4.** -; **5.** agent de dispersare cu proprietăți de egalizare la vopsire; **6.** 15-30 g/l - pastificarea coloranților; 5-10 g/l - agent de egalizare la vopsirea cu coloranți de dispersie; 2,5-5 g/l ca agent de dispersare la vopsirea cu coloranți de cadă și azoinsolubili; 2,5-10 g/l ca agent de dispersare în băile de vopsire cu coloranți cuvosoli; 10-20 % ca agent de rezervare a mătăsii naturale din amestecul cu lâna la vopsirea cu coloranți acizi.
EKALIN F	Sandoz	**1.** lichid galben; **2.** neionic; **3.** eter alifatic poliglicolic; **4.** 28 % substanță uscată; **5.** agent de egalizare-dispersare cu afinitate pentru coloranți; 0,25-2 ml/l pentru coloranți azoinsolubili, direcți cadă, sulf, premetalați 1:1, dispersie, cationici.

EMULGATOR LN	Romtensid	1. masă ceroasă, slab gălbuie; 2. neionic; 3. produs polietoxilat; 4. min. 98 % substanţă uscată; 5. dispersarea coloranţilor acizi; 6. 1-2 g/l.
EMULGATOR OF8	Romtensid	(vezi agenţi de spălare, udare, detaşare).
GLICOSOL	Certex	1. lichid galben; 2. neionic; 3. amestec de produşi di şi polihidroxilici; 4. min 97 % substanţă activă; 5. dispersarea şi dizolvarea coloranţilor premetalaţi şi acizi, utilizaţi la imprimare; 6. 30 g/l pastă.
IDEMOL MDF	Romtensid	1. pastă cafenie; 2. anionic; 3. amestec; 4. 58 ± 3 % substanţă uscată; 5. proprietăţi de dispersare-egalizare şi efect de emoliere (anticute); 6. 1-3 g/l la vopsirea poliesterului şi a amestecurilor cu lână sau celofibră.
KORTAMOL NNO	Chemapol	1. lichid sau pulbere brună; 2. anionic; 3. -; 4. 98 % substanţă uscată; 5. dispersare-egalizare în sistemele tinctoriale: lână - (acizi, premetalaţi 2:1); fibre celulozice - cadă; 6. 0,5-1,5 g/l.
LYOGENE V	Sandoz	1. lichid viscos, brun; 2. neionic; 3. produs de etoxilare; 4. 1-2 % umiditate; 5. sistemul poliester (texturat)-coloranţi de dispersie; 6. 10-30 ml/l în procedeul thermosol, temperatura de fulardare 20-25 °C.
SETAMOL WS	BASF	1. pulbere galben-brun; 2. anionic; 3. sarea de sodiu a unui produs de condensare dintre un acid naftalinsulfonic cu formaldehida (vezi Dispersil WS); 4. -; 5. coloid de protecţie şi agent de dispesare la aplicarea coloranţilor de cadă, dispersie şi naftolilor; 6. 0,5-4 g/l în flotele de vopsire şi 10 g/l la prepararea cuvei mumă (cadă).
SPOLEX CPL	Chemapol	1. pastă galbenă-brună; 2. neionic; 3. -; 4. pH = 4-7; 5. egalizator, emolient, agent de curăţare şi dispersare pentru coloranţii utilizaţi la vopsirea poliamidei; 6. 0,5-1 g/l - haspel; 2 g/l - jigher; 7-10 g/l - maşini automate.
UMECTANT NB	Rusia	1. -; 2. anionic; 3. butilnaftalinsulfonat de sodiu $(C_4H_9C_{10}H_6SO_3Na)$; 4. -; 5. agent de dispersare, solubilizare şi egalizare; 6. 3-10 g/l.
UNIPEROL EL	BASF	1. ulei gălbui; 2. neionic; 3. ulei vegetal etoxilat; 4. 100 % substanţă activă; 5. agent de dispersare-egalizare în sistemele fibre sintetice-coloranţi de dispersie; efect de detergenţă la vopsirea PES şi L/PES; auxiliar la devorarea albă şi colorată pe amestecuri PES/Celo; 6. 1-3 g/l ca agent de dispersare la vopsirea PES; 0,5-1 g/l la spălarea amestecului PES/L vopsit; 2-5 g/l pentru egalizarea vopsirilor cu coloranţi de dispersie; 2,5-10 % ca agent de emulsionare; 60 g/kg la devorarea albă şi colorată.

WOTAMOL WS	Fettchemie	**1.** praf brun, nehigroscopic; **2.** anionic; **3.** produs de condensare al unui acid naftalinsulfonic cu formaldehidă; **4.** -; **5.** agent de dispersare şi agent stabilizare (la vopsirea cu coloranţi de cadă); **6.** 1-2 g/l la vopsirea cu coloranţi de cadă; 1-3 g/l la vopsirea fibrelor AS, TA cu coloranţi de dispersie; 1-3 % la vopsirea fibrelor poliamidice cu coloranţi premetalaţi.
ZETESAN PD	Zschimmer Schwarz	**1.** lichid limpede, brun; **2.** anionic; **3.** combinaţie de produşi aromatici şi alifatici; **4.** uşor solubil în apă; **5.** agent de dispersare pentru coloranţii de dispersie şi în sinteza coloranţilor azoinsolubili; **6.** utilizare în procedee prin epuizare şi continue în concentraţie de 0,5-1,5 g/l şi, respectiv, 3-5 g/l.

AGENŢI DE EGALIZARE UTILIZAŢI LA VOPSIRE

ANEXA VII

Denumirea	Firma	Caracteristici
ALCAMIN	Romtensid	**1.** lichid limpede, brun; **2.** anionic; **3.** amestec de alchilnaftalin sulfonaţi şi baze organice; **4.** pH-ul soluţiei de 10 % = 9; solubil în apă; **5.** agent de dizolvare, egalizare, direcţi, sulf, cadă, cuvosoli, piuare; **6.** 1 parte colorant se amestecă cu 1-3 părţi soluţie de Alcamiu 10 %; pasta se diluează cu apă fierbinte, eventual se fierbe; 0,5-2 g/l la vopsirea cu coloranţi direcţi; 1-3 g/l în baia de vopsire cu coloranţi de sulf sau 2-5 g/l la retratarea vopsirilor (0,5-1 oră la 75-100 °C); 1-3 g/l - favorizează reducerea coloranţilor de cadă; 1-3 g/l - stabilizează coloranţii cuvosoli şi înmoaie fibra; substituie carbonatul de Na la piuare (6-8 %); uniformizarea la imprimarea cu coloranţi direcţi, cadă, acizi (10-15 g/kg pastă).
ALBIGEN A	Ciba-Geigy	**1.** lichid viscos, gălbui; **2.** neionic; **3.** soluţie de polivilin pirolidină; **4.** 30 % substanţă uscată; **5.** produs de egalizare şi extragere pentru coloranţi de cadă; **6.** 3-5 ml/l - extragerea vopsirilor cu coloranţi de cadă; 2 ml/l - extragerea vopsirilor cu coloranţi direcţi; 0,05-0,3 ml/l -egalizarea la vopsire cu coloranţi de cadă; 0,5-1,5 % - egalizarea la vopsire cu coloranţi nesubstantivi; 0,5-1,5 ml/l - spălarea imprimărilor cu coloranţi direcţi, reactivi şi cadă.
ATEFIX	Dr. Böhme	**1.** lichid brun; **2.** neionic; **3.** produs de descompunere a albuminei; **4.**-; **5.** produs de protejare şi egalizare la vopsirea lânii; **6.** 2-3 % la vopsirea cu coloranţi premetalaţi şi cromatabili.

ALBEGAL A	Ciba-Geigy	**1.** lichid galben-brun; **2.** amfoter; **3.** alchilaminnopoliglicoleter; **4.** densitatea 1,1 g/cm^3; **5.** produs de egalizare pentru vopsirea lânii cu coloranţi premetalaţi 1:2, cu afinitate mică pentru aceştia; **6.** 0,5-2 % în flota de vopsire.
ALBEGAL B	Ciba-Geigy	**1.** lichid brun-gălbui; **2.** amfoter; **3.** alchilaminopoliglicol eter; **4.** densitatea 1,1 g/cm^3; **5.** produs de egalizare pentru coloranţi reactivi, acizi, cromatabili, premetalaţi; **6.** 1-2 % - în funcţie de colorant.
ALBEGAL SET	Ciba-Geigy	**1.** lichid brun-viscos; **2.** amfoter; **3.** amestec sinergetic de amine (grase) cuaternare, etoxilate şi esterificate; **4**; 50% substanţă uscată; **5.** egalizator pentru lână şi poliamidă la vopsirea prin sistemul Lanaset; **6.** 1 % la hidromodule 1:8-1:25; 2% la hidromodule mai mari de 1:25; 2% Albegal SET şi 10% sulfat de Na (pH=6) la corectarea vopsirilor.
AVOLAN SCN-150	Bayer	**1.** pastă viscoasă, albă-gălbuie; **2.** neionic; **3.** amină etoxilată; **4.** 78,5 % substanţă uscată; **5.** egalizator la vopsirea fibrelor de lână cu coloranţi acizi şi de crom; **6.** egalizarea vopsirilor pe fibrele de lână cu coloranţi acizi, cromatabili şi premetalaţi 1:1 : 1-2% produs, pH = 4-5, hidromodul 1:5; egalizarea vopsirilor pe fibrele de lână: 0,75-1,5 % produs, hidromodul 1:10; 2 % produs la corectarea vopsirilor neuniforme cu coloranţi acizi.
AVOLAN IW	Bayer	**1.** soluţie viscoasă; **2.** neionic; **3.** alchilpoliglicoeter; **4.** densitatea la 20 °C, cca 40 g/cm^3; **5.** egalizator la vopsirea lânii cu coloranţi premetalaţi 1:2 (pH = 4-6,5) şi în sistemul tinctorial poliacrilonitril - coloranţi cationici; **6.** 0,5-2 % la vopsirea PAN(Hm = 1:20 - 1:40); 2-4 % produs la vopsirea lânii şi a semilânii (Hm = 1:20 - 1:40).
AVOLAN IL	Bayer	**1.** lichid brun-gălbui; **2.** neionic; **3.** amestec polivinil cu amină heterociclică; **4.** 43-45 % substanţă uscată; **5.** agent de egalizare în sistemul lână-coloranţi premetalaţi 1:2; **6.** 1,5-3 % ca agent de egalizare (pH = 5,5-6,5) şi 3-4 % ca agent de extracţie (pH = 6).
ALBEGAL SW	Ciba-Gegy	**1.** lichid galben; **2.** neionic; **3.** amină etoxilată; **4.** 50±2 % substanţă uscată; **5.** egalizator cu afinitate pentru coloranţi premetalaţi 1:2 în cazul vopsirii lânii şi/sau poliamidei; **6.** 0,2-1 % la vopsirea lânii; 1,0-2,5 % la vopsirea poliamidei; (pH=5-6, cu CH_3COOH).

ASTRAGAL PAN	Bayer	1. soluţie galbenă; 2. cationică; 3. săruri cuaternare de amoniu arilalifatice; 4. pH = 6,5-7 (1 %); 5. retarder pentru PAN la vopsirea cu coloranţi cationici; 6. 0,75-4,5%.
BETANAL P		1.-; 2. cationic; 3. , 4. -; 5. agent de egalizare la vopsirea bumbacului, inului şi vâscozei cu coloranţi de cadă; 6. -.
BREVIOL SCN	Henkel	1. lichid viscos, incolor; 2. neionic; 3. produs etoxilat; 4. 50 % substanţă uscată; 5. egalizator la vopsirea lânii cu coloranţi acizi şi de crom; 6. 1-2% agent; pH=4-5 şi Hm = 1:50; 0,75-1,5 % şi Hm = 1:10; 2 % pentru corectarea vopsirilor neuniforme.
BREVIOL RET-P-50	Henkel	1. lichid cu viscozitate mică, galben; 2. cationic; 3. sare cuaternară de amoniu; 4. 50% substanţă uscată; 5. PAN - cationice; 6. coloranţi (%)/egalizator (%) : 0,25/1,75; 0,5/1,5; 1/1; 1,5/0,75; 2/0,5; 2,5/0,25; 3/0,1.
BREVIOL PE	Henkel	1. lichid galben; 2. neionic; 3. alchiletoxilat cu adaosuri specifice; 4. -; 5. egalizare la vopsirea fibrelor din PET; 6. 0,5-1,5 % la vopsire şi 1 g/l la corectarea vopsirilor.
CERAFIL SB	Dr. Böhme	1. pastă fluidă, brună; 2. anionic; 3. eteri ai acidului fosforic cu ulei sulfonat; 4. -; 5. agent de egalizare-dispersare-emoliere la vopsirea poliamidei, poliesterului, triacetatului, lânii şi celofibrei; 6. 1-2 g/l.
DERETEX MMPE	Certex	1. lichid: 2. -; 3. soluţie apoasă de poliamidă modificată chimic; 4. 30±3 % substanţă uscată; 5. previne formarea cutelor şi spărturilor la vopsirea tricoturilor din poliamidă 100 %; 6. 0,75-3 %.
DEGAL AS	Sigma	1. lichid viscos, galben-brun; 2. -; 3. produs etoxilat; 4. -; 5. produs de egalizare, cu afinitate faţă de coloranţii acizi, cromatabili sau premetalaţi aplicaţi pe lână; 6. 0,5-1,5 %.
DISPERGAL SL	Rol (Italia)	1. lichid viscos, gălbui; 2. neionic; 3. amină etoxilată; 4. 45 % substanţă uscată; 5. egalizator în sistemele lână, poliamidă-acizi, cromatabili, premetalaţi 1:2; 6. 1-2 %.
DEGAL PES	Sigma	1. lichid cu viscizitate mică, galben; 2. neionic; 3. amestec sinergetic de produse etoxilate; 4. 85 % substanţă uscată; 5. egalizare-dispersare în procedeul HT de vopsire a PET cu coloranţi de dispersie; 6. 1-2 %.
EFECTAN S-13	Cehia	1. -; 2. -; 4. -; 5. rezervă lână şi poliamida din amestecul cu fibrele celulozice; egalizator la vopsirea lânii cu coloranţi premetalaţi 1:2.

EGALIZATOR A şi A-20	Rusia	1. -; 2. cationic; 3. $R-C_6H_4-O(CH_2CH_2O)_nCH_2-N^+(CH_3)(C_2H_5)_2-C_6H_5-SO_3Na$ n = 10 pentru forma A şi n = 20 pentru tipul A-20; 4. agent de egalizare la vopsirea cu coloranţi acizi, premetalaţi, cromatabili, cationici; 6.-.
EGALIZATOR PA	Certex	1. lichid maro-roşcat; 2. anionic; 3. derivat pe bază de acizi sulfinici aromatici; 4. 30 % substanţă uscată; 5. egalizator la vopsirea tricoturilor poliamidice; 6. 3 %.
GENEUCOL-7105	Dr. Böhme	1. lichid galben; 2. cationic; 3. sare cuaternară de amoniu; 4. 40 % substanţă uscată; 5. pentru PAN-cationici; 6. 0,4-1,5 %.
IVALON HTB	Ciba-Geigy	1. lichid brun-deschis; 2. anionic; 3. amestec de produse aromatice, emulgatori şi agenţi de solubilizare; 4. 100 % substanţă uscată; 5. egalizarea în sistemul polietilentereftalat-coloranţi de dispersie; 6. 0,5-2g/l.
IDEMOL ACM	Romtensid	1. pastă galbenă; 2. neionic; 3. -; 4. 52±3 % substanţă uscată; 5. egalizare-dispersare-emoliere (anticute) pentru poliester sau în amestecurile cu lână sau celofibră; 6. 1-3 g/l.
ISMALEVE REL	Isma Dye	1. lichid gălbui; 2. slab cationic; 3. condensat de etilenoxid; 4. -; 5. formează complex cu coloranţii anionici la vopsirea poliamidei; 6. 1-2 %.
ISMAGAL N	Isma Dye	1. lichid, slab viscos, brun; 2. neionic; 3. condensat pe bază de etilenoxid; 4. pH neutru; 5. agent de egalizare la vopsirea lânii, poliamidei, mătăsii naturale; 6. 0,5-2 %.
KORTAMOL NNO	Chemapol	1. praf maron; 2. anionic; 3. -; 4. 1-2 % umiditate; 5. agent de dispersare-egalizare în sistemele lână acizi, premetalaţi şi celulozice-cadă; 6. 0,5-2,0 g/l.
KERIOLAN W	Tubingen	1. lichid viscos, incolor; 2. neionic; 3. produs de etoxilare; 4. -; 5. egalizator la vopsirea lânii şi a amestecurilor poliamidă-celulozice; micşorează temperatura şi durata vopsirii; 6. 1-1,5 %.
KORTAMOL NNO	Chemapol	1. praf maron; 2. anionic; 3.-; 4. 1-2 % umiditate; 5. dispersare-egalizare pentru sistemele L-acizi (premetalaţi) şi celulozice-cadă; 6. 0,5-2 g/l.
LYOGEN MW	Sandoz	1.-; 2. slab cationic; 3. amestec de compuşi neionici şi cationici; 4.-; 5. agent de egalizare-dispersare în vopsirea discontinuă a lânii şi a poliamidei.

LYOGEN UL	Sandoz	1. lichid viscos, tern; 2. amfoter; 3. eter poliglicol-amină grasă; 4. densitatea 1,1 g/cm^3 la 20 °C; 5. produs de egalizare în vopsirea lânii cu toate clasele de coloranţi; 6. 0,3-2,0%.
LYOGEN V	Sandoz	1. lichid clar, limpede; 2. neionic; 3. produs de etoxilare; 4. pH = 7; 5. solubilizează coloranţii de dispersie utilizaţi la vopsirea poliesterului texturat; 6. 10-30 g/l agent aplicat la 20-30 °C.
LYOGEN WD	Sandoz	1. lichid viscos, brun deschis; 2. slab cationic; eter de aminopoliglicol gras; 4. soluţia de 1 % are pH = 8; 5. egalizator la aplicarea coloranţilor acizi, cromatabili, premetalaţi 1:1 şi direcţi; 6. 0,25-0,5 g/l.
LYOGEN SMK	Sandoz	1. lichid cu viscozitate mică, galben-brun; 2. amfoter; 3. produs de condensare cu conţinut de azot; 4. 50 % substanţă uscată; 5. produs cu afinitate pentru coloranţii premetalaţi 1:2; 6. 1,5-3 %.
LYOGEN P	Sandoz	1. ulei galben; 2. anionic; 3. ulei sulfonat; 4. -; 5. egalizare în vopsirea poliamidei cu coloranţi acizi; 6. 2-4%.
LEVEGAL HTN	Bayer	1. lichid galben-brun; 2. neionic; 3. produse etoxilate; 4. 0-2 % conţinut apă; 4. -; 5. agent de egalizare la vopsirea PET cu coloranţi de dispersie prin procedeul HT; 6. 0,5-1,5 g/l pentru vopsirea HT; 1 g/l - pentru corectarea vopsirilor neuniforme; 0,5-1 g/l -postvopsire, alături de 3-5 ml/l NaOH 38 °C Be$^-$ şi 1-2 g/l hidrosulfit de sodiu.
LYOGEN CW	Sandoz	1. pulbere, dă soluţie limpede; 2. anionic; 3. alcool sulfatat modificat; 4. pH = 7; 5. pentru vopsirea amestecului PAN/celulozice prin procedeul baie-vaporizare; 6. 5 g/l(20°C).
MAGICAL PE	Magis (Italia)	1. lichid viscos, galben; 2. anionic; 3. produs de etoxilare; 4. 15 % apă; 5. egalizare-dispersare; 6. 0,2-0,7 % la vopsirea cu coloranţi de dispersie şi 0,2-0,5 g/l la spălarea reductivă (postvopsire).
MAGICAL P	Magis	1. lichid gălbui; 2. cationic; 3. amestecuri de tenside; 4. 7 % apă; egalizator în sistemul PAN - cationici; 6. 3-0,5 %, funcţie de cantitatea de colorant.
MATEXIL CA-DPL	ICI	1. lichid; 2. anionic; 5. pentru PE şi PET/Celulozice în procedeul HT; 6. 0,5-1,5 g/l la 125-135 °C; 1,0-2 g/l la 110-120 °C; 4-6 g/l la 100 °C.

MATEXIL DA-AC	ICI	1. pastă slab colorată; 2. anionic; 3. sarea disodică a acidului dinaftalensulfonic; 4. solubil în apă; compatibil cu substanţe anionice; stabil în mediu acid şi bazic, îndeosebi la temperaturi înalte; 5. pentru vopsiri cu coloranţi de dispersie; 6. 0,5-1,0 g/l pentru Hm = 1:10; hidromodulele mici - 10 g/l; vopsirea PAN - 2,5-5 g/l.
PREPARAT OS-20	Rusia	2. neionic; 3. $C_{18}H_{37}O(CH_2CH_2O)_{19}$-$CH_2$-$CH_2OH$; 5. egalizator la vopsirea cu coloranţi de cadă şi sulf.
PRODUCT C-12	CHT	1.lichid brun; 2. anionic; 3. amestec sinergetic; 4. 40 % substanţă uscată; 5. egalizator în sistemele lână, poliamidă-acizi, cromatabili, premetalaţi 1:2; 6. 1-4 %.
PROLACOL	Romtensid	1. lichid brun; 2. anionic; 3. alchilnaftilsulfatat; 4. min. 60 % substanţă anionică; 5. asigură vopsirea ton în ton a amestecului L/Celo; 6. 5-10 %.
PALEGAL B	BASF	1. lichid viscos, brun; 2. neionic; 3. amestec de produse anionice şi neionice; 4. 15 % conţinut apă; 5. acţiune de dispersare-egalizare-migrare la aplicarea coloranţilor de dispersie prin procedeul Palegal; 6. pretratare: 1,5 % Palegal B, 1 g/l Dispersil WS, pH = 4-5 cu acid acetic şi vopsirea după procedeul Palegal.
ROMEGAL GL	Romtensid	1. lichid viscos, galben-brun; 2. anionic; 3. amestec de agenţi anionici cu un dispersant anionic; 4. 35 % substanţă uscată; 5. produs de egalizare la vopsirea cu coloranţi de cadă a fibrelor celulozice prin toate procedeele de vopsire; 6. 1-2 g/l - la vopsirea pe jigher; 2-3 g/l - la vopsirea continuă; 1-1,5 g/l - la vopsirea pe aparate sub presiune.
ROMEGAL F	Romtensid	1. lichid viscos, galben deschis; 2. neionic; 3. eter alchil poliglicolic; 4. 30 % substanţă uscată; 5. produs de egalizare-dispersare (direcţi, sulf, cadă, premetalaţi şi cationici); 6. 1-1,5 g/l - la vopsirea cu coloranţi direcţi; 0,5-1 g/l la vopsirea cu coloranţi de sulf şi cadă; 0,75-2 g/l la vopsirea cu coloranţi premetalaţi 1:2; 0,5-1 g/l la vopsirea cu coloranţi premetalaţi 1:1; 2-4 g/l la sinteza coloranţilor azoinsolubili; 2-4 % la vopirea poliacrilonitrilului cu coloranţi acizi, premetalaţi sau dispersie; 2-4 % la vopsirea fibrelor acetat şi/sau triacetat.
ROMOPAL O	Romtensid	(vezi Agenţi de spălare, udare, detaşare); direcţi; azoinsolubili; cadă.
ROMEGAL IL	Romtensid	1. lichid brun-roşcat; 2. slab cationic; 3. amină etoxilată; 4. 50±2 % substanţă uscată; 5. afinitate pentru lână la aplicarea coloranţilor acizi şi premetalaţi 1:2; 6. 0,5-1 %.

<table>
<tr><td>ROMEGAL
SCN</td><td>Romtensid</td><td>1. lichid viscos, brun-roşcat; 2. slab cationic; 4. 75 % substanţă uscată; 5. afinitate mică pentru fibrele de lână; 6. 1-1,5 g/l.</td></tr>
<tr><td>ROMEGAL
V</td><td>Romtensid</td><td>1. lichid visocos, brun-roşcat; 2. anionic; 3. -; 4. min. 25 % substanţă uscată; 5. egalizare la aplicarea coloranţilor premetalaţi 1:2; 6. 1-5 %.</td></tr>
<tr><td>ROMEGAL
F</td><td>Romtensid</td><td>1. lichid limpede, galben-roşcat; 2. neionic; 3. produs de polietoxilare; 4. 30 % substanţă uscată; 5. rol de egalizare pentru coloranţii: direcţi, sulf, cadă, premetalaţi, cationici; 6. 0,5-2 g/l sau 1-4 %.</td></tr>
<tr><td>ROMEGAL
P</td><td>Romtensid</td><td>1. pastă albă-gălbuie; 2. anionic; 3. alcooli graşi sulfataţi; 4. min. 20 % substanţă anionică; 5. în vopsirea poliamidei sub toate formele de prezentare; 6. tratarea înainte de vopsire, cu 1-2 % agent la 60-70 °C; 4-6 % - pentru remedierea vopsirilor nereuşite.</td></tr>
<tr><td>ROMEGAL
MGR</td><td>Romtensid</td><td>1. lichid galben; 2. neionic; 3. polietoxilat; 4. 70 % substanţă uscată; 5. egalizator la aplicarea coloranţilor Magra şi de semilână; 6. 0,75-3 %.</td></tr>
<tr><td>ROLAVIN
TW</td><td>Fettchemie</td><td>1. lichid galben-brun; 2. neionogen; 3. oxietilenamină grasă; 4. reacţie alcalină; 5. indicat la vopsirea amestecului lână-poliamidă cu coloranţi acizi şi premetalaţi; 6. 0,5-4%.</td></tr>
<tr><td>RUCOEGALISIER
POW</td><td>Rudolf</td><td>1. lichid viscos, brun; 2. anionic; 3. polietoxilat; 4. 40 % substanţă uscată; 5. agent de egalizare-anticutare la vopsirea poliamidei cu coloranţi acizi, direcţi şi dispersie; 6. 1,5-5 %.</td></tr>
<tr><td>RETENTOL
RM</td><td>Zschimmer
Schwarz</td><td>1. lichid galben-pai; 2. cationic; 3. sare cuaternă de amoniu; 4. densitatea 0,982 g/cm^3 la 20 °C, 50 % substanţă activă; 5. egalizare în sistemul PAN-cationici; 6. reţeta de tratare: 5-10 % sulfat de sodiu; 1-3 % acid acetic (60 %); 2-0,75 % Retentol.</td></tr>
<tr><td>ROMEGAL
CM/CB</td><td>Romtensid</td><td>1. lichid brun-roşcat; 2. cationic; 3 -; 4. 38 % substanţă uscată; 5. adecvat pentru fibrele PAN anionice; activitate retardantă pronunţată; 6. se ţine seama de proprietăţile tinctoriale ale fibrei şi ale coloranţilor, precum şi de utilaj.
<table>
<tr><td rowspan="2">Colorant</td><td colspan="2">Romegal CM, %</td></tr>
<tr><td>sculuri</td><td>gatouri</td></tr>
<tr><td>0,5-1</td><td>1,5-2,5</td><td>2,5-3</td></tr>
<tr><td>1,0-2</td><td>1,0-2,0</td><td>2,0-2,5</td></tr>
<tr><td>2,0-3</td><td>0,5-1,0</td><td>1,0-2,0</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

ROMEGAL HT	Romtensid	1. lichid viscos; 2. anionic; 3. amestec de produse anionice şi neionice; 4. 40±2 % substanţă uscată; 5. agent de egalizare la vopsirea poliesterului la temperatură înaltă; 6. 1,5-2 g/l.
SUKŢINOL 2K	Rusia	1.-; 2.-; 3.-; 4.-; 5. agent de egalizare utilizat la vopsirea cu coloranţi direcţi, reactivi (parţial) şi acizi. 6. 1-3 g/l pentru procedee continue şi 0,5-1,5 g/l pentru procedee discontinue.
SINTEX SF.	Certex	1. lichid galben-brun; 2. slab anionic; 3. amestec de substanţe tensioactive, neionice şi ionice; 4. 95% substanţă uscată; 5. produs de egalizare la vopsirea cu coloranţi reactivi a tricoturilor din fire celulozice şi la albirea cu hipoclorit de sodiu sau peroxid de hidrogen.
SINTEGAL BPN	Chematol	1. lichid brun (deschis); 2. -; 3. derivat de betaină; 4. -; 5. produs de egalizare şi migrare pentru coloranţi de cadă; 6. 1-2 ml/l pentru vopsiri deschise medii şi la hidromodule mari; 3 ml/l pentru vopsiri închise la hidromodule mari; 2,5-4 ml/l pentru hidromodule mici.
SETAMIN ER	Zschimmer Schwarz	
SARABID DLO	CHT	1. lichid galben, limpede; 2. neionic; 3. eter poliglicolic; 4. -; 5. adecvat pentru lână, semilână, poliamidă; 6. 0,5-3 %.
SETAVIN DA	Zschimmer Schwarz	1. lichid incolor; 2. neionic; 3. alcool gras etoxilat; 4. viscozitate redusă; 5. egalizator pentru coloranţii premetalaţi şi dispersant pentru coloranţii cationici; 6. 1,5 %-0,5 % funcţie de intensitatea vopsirii; 0,3-0,5 g/l pentru fibrele poliacrilonitrilice.
SETAVIN KS	Zschimmer Scwarz	1. lichid galben-brun; 2. slab cationic; 3. alchilaminpoliglicoeter; 4. -; 5. agent universal de egalizare-dispersare pentru vopsirea poliamidei; 6. 0,5-1,5%.
SETAVIN MSM	Zschimmer Schwarz	1. lichid viscos, gălbui; 2. neionic; 3. poliglicoeter amfoter; 5. în vopsirea lânii; 6. 2-0,5 % funcţie de cantitatea de colorant.
SYNTEGAL V-7	Chemapol	1. lichid viscos, brun-închis; 2. cationic; 3. amină grasă etoxilată; 4. 0 % umiditate; 5. adecvat pentru coloranţii reactivi, acizi, premetalaţi (1:1 şi 1:2); 6. 0,5-3 % la vopsire şi 0,2-2,0 g/l la spălarea imprimeurilor.

<table>
<tr><td>SYNTEGAL
V-20</td><td>Chemapol
L-PES</td><td colspan="4">1. lichid viscos, brun închis; 2. cationic; 3. amidă grasă etoxilată; 4. 100 % substanţă uscată; 5. indicat la vopsirea lânii, poliamidei, amestecului LYPES; 6. 0,5-1 %.</td></tr>
<tr><td>SARABID
EP</td><td>Tubingen</td><td colspan="4">1. lichid brun-gălbui; 2. neionic; 3. produse etoxilate; 4. 60 % substanţă uscată; 5. egalizare-dispersare în vopsirea HT a poliesterului cu coloranţi de dispersie; 6. pentru vopsirea HT 0,5-2 g/l şi pentru retuşarea vopsirilor 3-4 g/l.</td></tr>
<tr><td>SETAVIN
KS</td><td>Zschimmer
Schwarz</td><td colspan="4">1. lichid galben-brun; 2. slab cationic; 3. alchilaminpoliglicoeter; 4.-; 5. agent de egalizare-dispersare pentru vopsirea poliamidei; 6. 0,5-1-5 %.</td></tr>
<tr><td rowspan="7">SETAVIN
SG</td><td rowspan="7">Zschimmer
Schwarz</td><td colspan="4">1. lichid viscos, maroniu; 2. neionic; 3. derivaţi ai acidului carbonic; 4.-; 5. egalizare-dispersare în vopsirea HT a poliesterului; 6. concentraţii (g/l):</td></tr>
<tr><td rowspan="2">HM</td><td colspan="3">COLORANT (%)</td></tr>
<tr><td>0,5</td><td>0,5-1,5</td><td>>1,5</td></tr>
<tr><td>1:5</td><td>2</td><td>1,5</td><td>1,0</td></tr>
<tr><td>1:10</td><td>1,5</td><td>1</td><td>0,8</td></tr>
<tr><td>1:20</td><td>1,5</td><td>1</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>1:30</td><td>1,0</td><td>0,5</td><td>0,3</td></tr>
<tr><td rowspan="7">SETAVIN
SU</td><td rowspan="7">Zschimmer
Schwarz</td><td colspan="4">1. soluţie viscoasă, maron; 2. anionic; 3. combinaţie de substanţe (cu afinitate pentru coloranţi) şi tenside anionice; 4. stabil în mediu puternic alcalin şi slab acid; 6. condiţii de aplicare (g/l).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Hm</td><td colspan="3">Colorant (%)</td></tr>
<tr><td>0,5</td><td>0,5-1,5</td><td>1,5</td></tr>
<tr><td>1:5</td><td>2,0</td><td>1,5</td><td>1,0</td></tr>
<tr><td>1:10</td><td>1,5</td><td>1,0</td><td>0,8</td></tr>
<tr><td>1:20</td><td>1,5</td><td>1,0</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>1:30</td><td>1,0</td><td>1,0</td><td>0,3</td></tr>
<tr><td>TEBAN
935</td><td>Dr. Böhme</td><td colspan="4">1. lichid galben; 2. slab cationic; 4. pH = 6,5; 5. utilizare în sistemele lână, poliamidă-coloranţi premetalaţi (1:1 şi 1:2); 6. 1-2 %.</td></tr>
<tr><td>TEBOLAN
MDF</td><td>Dr. Böhme</td><td colspan="4">1. lichid maron; 2. slab anionic; 3. eter al acidului fosforic; 4. 75 % substanţă uscată; 5. indicat pentru PET, PA, PET/L, PET/Celo; 6. 0,5-2 g/l.</td></tr>
</table>

TRANSFERIN MKS	Dr. Böhme	1. lichid viscos, galben-brun; 2. amfoter; 3. alchilpoliglicoeter nemodificat; 4. -; la vopsirea L,L/PET, L/PAN, L/Celulozice şi coloranţi premetalaţi 1:2, cromatabili, acizi rezistenţi la tratamente umede; 6. pretatarea lânii cu 1-2 % agent şi 5-10 % sulfat de sodiu şi 2-3 % clorură de sodiu în vederea aplicării premetalaţilor 1:2 (40-50 °C, 30-40 min), coloranţilor acizi şi premetalaţi 1:1 (pH = 2,5-3,5).
TRANSFERIN KW	Dr. Böhme	1. lichid galben; 2. neionic; 3. poliglicoli eteri alifatici şi aromatici; 4. -; 5. în cazul vopsirii lânii cu toate clasele de coloranţi; 6. 0,5-1,5%.
TRANSFERIN W-120	Dr. Böhme	1. lichid maron; 2. anionic; 3. produs de condensare cu aldehidă formică; 4.-; 5. dispersare-egalizare la vopsirea lânii şi amestecului L/PET; 6. 2-3 g/l (pH=4,5-5,5) în prezenţa de 2 g/l acetat de sodiu.
TINEGAL MR	Ciba-Geigy	1. lichid slab viscos, incolor; 2. cationic; 3. sare cuaternară de amoniu; 4. 50% substanţă uscată; 5. retarder la vopsirea fibrelor poliacrilonitrilice; compatibili cu coloranţi Maxilon (Ciba-Geigy); 6. raport concentraţii (%) colorant/Tinegal MR: 0,05/3-2,5; 0,5-2/2,5-1; 2-4/1-0,1.
TUBACRIL RI	CHT	1. lichid galben, transparent; 2. cationic; 3. sare cuaternară de amoniu (alifatică); 4. -; 5. agent de egalizare pentru vopsirea cu coloranţi cationici a fibrelor PAN; 6. 0,5-5,0% /în funcţie de intensitatea vopsirii.
UNIPEROL SE	BASF	1. lichid brun; 2. neionic; 3. polietoxilat; 4. -; egalizare la vopsire cu coloranţi premetalaţi (1:1 şi 1:2); 6. 0,5-1,0%.
UNISOL BT	ICI	1. lichid brun; 2. neionic; 3. produşi micşti de condensare cu etilenoxid; 4. 44% substanţă uscată; 5. adecvat pentru sistemul lână-coloranţi acizi; 6. 1-2%.
UNIVADIN MC	Ciba-Geigy	1. lichid; 2. anionic; 3. acizi aromatici sulfonaţi; 4. 50% substanţă uscată; 5. afinitate pentru PA supusă vopsirii cu coloranţi premetalaţi 1:2; 6. 3-6%.
UNIPEROL AC	BASF	1. lichid viscos, galben-brun; 2. slab cationic; 3. amină etoxilată; 4. 40% substanţă uscată; 5. produs cu proprietăţi de egalizare la vopsirea fibrelor cu coloranţi de dispersie, în cazul vopsirii amestecurilor L/PA; 6. 0,5-2%.
VERIOLAN	Verila	1. pastă galbenă; 3. aditivi în combinaţie cu substanţe active de suprafaţă anionice şi neionice; 4. pH=7-8 (1%); 5. vopsirea lânii cu coloranţi acizi şi complexabili; 6. pretatarea lânii (1-1,5% agent; 1-4,5% acid acetic; 5-10% sulfat de sodiu, 15 min, 40°C) şi apoi vopsirea.

AGENŢI DE ANTIMIGRARE LA VOPSIREA PRIN FULARDARE **ANEXA VIII**

Denumirea	Firma	Caracteristici
CEFATEX	Zschimmer Schwarz	**1.** lichid viscos, incolor; **2.** anionic; **3.** poliacrilat; **4.** rezistent la apă dură, acizi şi alcalii în concentraţie uzuală; **5.** agent de antimigrare pentru bumbac, fibre sintetice şi amestecuri; **6.** în recipientul de pregătire a soluţiei de vopsire, înaintea auxiliarilor şi coloranţilor, se introduce Cefatex AZ (izolvant în apă) în concentraţie de 10-25 g/l pentru fibre sintetice şi 5-20 g/l pentru bumbac.
ISMAFIN M	Isma Dye	**1.** lichid moderat viscos, maro-gălbui; **2.** anionic; **3.** polimer acrilic; **4.** -; **5.** previne migrarea coloranţilor de cadă în cazul vopsirii amestecurilor din fibre celulozice sau poliester/celulozice; este compatibil cu agenţi de udare neionici şi anionici; **6.** 5-30 g/l.
MEDACRIL SAV	I.C.Râşnov	**1.** soluţie slab viscoasă, transparentă; **2.** -; **3.** polimer acrilic; **4.** 12 % substanţă uscată; **5.** reduce sau împiedică migrarea coloranţilor de dispersie în procesul de uscare intermediară; **6.** 20-40 g/l.
MATEXIL FA-MIV	ICI	**1.** lichid viscos; **2.** anionic; **3.** polielectrolit organic; **4.** 25 % polimer acrilic; **5.** agent de antimigrare la vopsirea thermosol cu coloranţi de dispersie; **6.** 10-20 g/l.
PRIMASOL AMK	BASF	**1.** lichid incolor; **2.** anionic; **3.** copolimer pe bază de acid acrilic; **4.** -; **5.** utilizat în procedeul thermosol; **6.** 5-10 g/l pentru ţesături de bumbac şi 5-20 g/l pentru ţesături sintetice şi amestecuri.
SOLIDOKOL CM	Hoechst	**1.** lichid viscos; **2.** anionic; **3.** poliacrilat; **4.** 10-12 % substanţă uscată; **5.** agent de antimigrare la vopsirea thermosol; **6.** 10-20 g/l pentru fibre celulozice; 10-30 g/l pentru amestecurile sintetice/celulozice; 30-40 g/l pentru sintetice 100 %.
SOLIDOKOL N	Hoechst	**1.** lichid viscos, gălbui; **2.** anionic; **3.** polimer pe bază de acid acrilic; **4.** -; **5.** agent de antimigrare la vopsirea thermosol; **6.** 5-10 g/l pentru fibre celulozice; 5-15 g/l pentru amestecuri; 15-20 g/l pentru compoziţii sintetice.

AGENŢI DE DISPERSARE, SOLUBILIZARE, PASTIFICARE, DIFUZIE ŞI FIXARE A COLORANŢILOR LA IMPRIMARE

ANEXA IX

Denumirea	Firma	Caracteristici
AGS	Romtensid	(v. Agenţi de udare).
DISCASOL B	Certex	**1.** lichid de culoarea chihlimbarului cu miros de migdale amare; **2.** -; **3.** amestec de N-benzilsulfonilat de sodiu şi N,N'-dibenzilsulfonilat de sodiu în soluţie apoasă; **4.** min. 30 % substanţă uscată; **5.** măreşte randamentul coloristic prin dispersarea, solubilizarea şi difuzia coloranţilor; **6.** reţeta: 50-100 g colorant; 600-450 g aglutizant; 50-150 g glicerină; 100-150 g Rongalită; 100-150 g carbonat de potasiu sau de sodiu; 100 g Discasol B, x g apă.
FIXPANT	I.T. Timişoara	**1.** lichid viscos, gălbui; **2.** neionic; **3.** compus organic cu grupe cianurice; **4.** 86 ± 2 % substanţă activă; **5.** accelerator la vopsirea şi imprimarea ţesăturilor PAN cu coloranţi bazici şi de dispersie; **6.** ≤ 10 g/kg pastă.
GLYECIN A	BASF	**1.** lichid slab gălbui; **2.** neionic; **3.** tiodiglicol; **4.** 100 % substanţă uscată; **5.** solvent pentru dizolvarea şi fixarea coloranţilor substantivi, cadă, acizi, bazici, premetalaţi în pastele de imprimare; se evită a se folosi în prezenţa de acid clorhidric concentrat; **6.** 30-80 g/kg pastă.
GLICOSOL PH	Certex	**1.** lichid galben; **2.** neionic; **3.** amestec de produşi di- şi polihidroxilici; **4.** min. 97 % substanţă activă; **5.** se utilizează la dispersarea-dizolvarea coloranţilor premetalaţi şi acizi; **6.** reţeta: x g colorant; 30 g Glicosol PH, 50 g uree, (soluţie 1:2); 30 g sulfat de amoniu (soluţie 1:2); 500 g Indalca PA 30 (concentraţie 9 %), y g apă; coloranţii sub formă de praf se dizolvă în apă foarte fierbinte cu 30 g/kg Glicosol PH şi apoi se adaugă soluţia în pasta de imprimare.
GLIKOPRINT TG	Chemapol	**1.** lichid gălbui, higroscopic; **2**, **3**, **4.** -; **5.** produs de solubilizare pentru pastele de imprimare; **6.** 45 părţi Glikoprint TG; 50 părţi spirt denaturat; 5 părţi glicerină.
GLYEZIN SB	BASF	**1.** praf gălbui; **2.** anionic; **3.** sarea de sodiu a unui acid aromatic; **4.** 2-4 % umiditate; **5.** în imprimarea cu coloranţi de cadă, dispersie, premetalaţi, şi naftoli, fiind universal; **6.** 10-50 g/kg pentru imprimarea cu coloranţi de dispersie şi premetalaţi; 25-40 g/kg pentru ronjare (naftoli, direcţi).

IRGAPADOL AS	Ciba-Geigy	**1.** lichid cu viscozitate mică, galben; **2.** slab anionic; **3.** alchilsulfat etoxilat cu adaos de solvent; **4.** densitatea 1 g/cm^{3}la 20 °C; **5.** utilizat la imprimarea Vigoureux; produs universal; **6.** 5-8 g/l în vopsirea continuă; 2-6 g/l pentru vopsirea covoarelor; 3-5 g/kg la imprimarea Vigoureux.
IRGAPADOL FFU	Ciba-Geigy	**1.** lichid cu viscozitate mică, gălbui; **2.** slab anionic; **3.** amestec sinergetic de produse etoxilate; **4.** densitatea de 1 g/cm^3 la 20 °C; **5.** produs cu proprietăţi de udare, pătrundere, egalizare la vopsirea continuă; nu spumează; **6.** 1/5 g/l.
LUPRINTAN ATP	BASF	**1.** lichid cu viscozitate mică, gălbui; **2.** anionic; **3.** amestec de compuşi organici; **4.** 85-87 % substanţă uscată; **5.** accelerator pentru fixarea imprimărilor cu coloranţi de dispersie aplicaţi pe acetat, triacetat, poliester; permite reducerea timpului de aburire, la acetat, de la 30 minute la 8-12 minute sau, la triacet, înlocuirea aburirii sub presiune cu aburirea fără presiune (25-30); **6.** 50-100 g/kg - TA; 40-95 g/kg - PET; 75 g/kg - AS, imprimat cu cilindri şi 30-40 g/kg AS imprimat cu şabloane.
MAGIXINA A	Magis	**1.** lichid slab gălbui, trasparent; **2.** neionic; **3.** -; **4.** 55 % substanţă uscată; **5.** solvent pentru dizolvarea şi fixarea coloranţilor substantivi, cadă, acizi, bazici, premetalaţi în pastele de imprimare; nu se utilizează în prezenţă de acizi; **6.** 30-80 g/kg.
RAPIDOPRINT PAN	Rudolf	**1.** lichid gălbui; **2.** neionic; **3.** compus organic cu grupe nitril; **4.** 70 % substanţă uscată; **5.** accelerator la fixarea coloranţilor bazici şi de dispersie aplicaţi pe poliacrilonitril; **6.** 20-30 g/kg.
TERMOPRINT ANT	Fr. Lambertti	**1.** lichid cu viscozitate mică, gălbui; **2.** anionic; **3.** amestec de compuşi organici; **4.** 60 % substanţă uscată; **5.** accelerator ce permite reducerea timpului de vaporizare necesar pentru fixarea coloranţilor de dispersie; **6.** 20-25 g/kg.

AGENŢI DE SPUMARE

ANEXA X

Denumirea	Firma	Caracteristici
EMULGATOR OF8	Romtensid	**1.** lichid viscos până la pastă; **2.** neionic; **3.** compus polietoxilat; **4.** 99 % S.U.; **5.** agent de udare cu mare putere de spumare; **6.** 1-3 g/l pentru consolidarea neţesutelor cu spumă.
TRITON X-155	Rohm Haas	**1.** lichid viscos, gălbui; **2.** neionic; **3.** alchilaril etoxilat; **4.** 100 % substanţă uscată (S.U.); **5.** produs cu proprietăţi de udare; emulgator la valori mici ale pH-lui; **6.** se utilizează la consolidarea neţesutelor (1-3 g/l).
SANCOWAD CO	Sandoz	**1.** lichid gălbui; **2.** anionic; **3.** produs siliconic; **4.** 20 % S.U.; **5.** agent de spumare indicat în procesele de albire şi vopsire a fibrelor celulozice (ţesături, tricoturi); factorul optim de multiplicare 8, indicat la vopsirea cu coloranţi reactivi (se reduce cantitatea de alcalii şi sare), direcţi, cuvosoli; **6.** 2,5 g/l la la albirea cu peroxid de hidrogen sau hipoclorit de sodiu; 1-1,5 % la vopsire.

AGENŢI DE ANTISPUMARE

ANEXA XI

Denumirea	Firma	Compoziţie	Concentraţii de utilizare
ALBEGAL FFA	Ciba-Geigy	alchilaril poliglicoeter	0,1 - 0,5 g/l
ALBEGAL FFD	Ciba-Geigy	siliconic	0,1 - 0,5 g/l
ANTIMUSSOL HTS	Sandoz	uleiuri alifatice emulsionate	0,1 - 2 ml/l
ANTIMUSSOL WLN	Sandoz	eter alifatic, emulsifiant	0,1 - 0,5 ml/l; 1-3 ml/kg pastă
ANTIMUSSOL SF	Sandoz	emulsie apoasă de hidrocarburi	0,1 - 0,5 ml/l; 1 - 2 g/kg pastă
ANTISPUMANT FO	Certex	amestec sinergetic de produse tensioactive	2 - 3 g/l
ANTISPUMANT AS-2	Certex	ester fosforic mixt	0,8 - 2,5 g/l
AUXILIAR IRC	Romtensid	seu sulfonat	0,2 g/l sau 0,2 %
CONTRIPON OC	Zschimmer Schwarz	combinaţia de hidrocarburi şi emulsifianţi	0,4 - 0,8 g/l
CONTRIPON W-P	Zschimmer Schwarz	emulsie siliconică, tixotropă	0,02 - 0,1 g/l
CONTRIPON M-P	Zschimmer Schwarz	emulsie siliconică, tixotropă	0,05 - 0,5 g/l

DEFOMEX SLE	Fr. Lambertti	dimetilpolisiloxan	0,5 - 1 g/l
ETINGAL A	BASF	triizobutilfosfat + izopropilalcool	0,2 - 0,5 g/l; 3-5 g/kg pastă
LUKOSAN A-3M	Chemapol	emulsie siliconică	0,05 - 0,1 g/l
SPUMEX R	Dr. Angele	siliconi	0,1 - 0,5 g/l
SPUMOL W	Ciech	compuşi alifatici cu grupe hidroxil	0,5 - 1 g/l; 0,5 - 1 g/kg pastă
RESPUMIT NF	Bayer	ulei emulsionat cu aditivi speciali	0,1 - 0,6 g/l

SUBSTANŢE DE NEŞIFONABILIZARE ŞI APRETARE ***ANEXA XII***

Denumirea	Firma	Caracteristici
ALAMIN M	Rusia	1. pastă albă; 2. neionic; 3. acid stearic cu metilaltriazină; 4. formează cu apa o suspensie stabilă; 5. neşifonabilizarea ţesăturilor din fibre de vâscoză; 6. 3% faţă de masă de material textil.
ALAMIN S	Rusia	1. aspect ceros, culoarea galben; 2. neionic; 3. produs de compensare a metilolmelaminei cu N-hidroximetilstearilamidă; 4. nu este solubil în apă, dar formează emulsie; 5. finisare mixtă; 6. 2,5-5%.
ALCAMIN OS-2	Rusia	1. masă viscoasă, cafeniu; 2. cationic; 3. amestec de condensare (benzen sulfonat metildietil amino metilolic cu un dietilenglicoli ai acizilor graşi); 4. se solubilizează în apă la 70-80 °C şi insensibil la duritate; 5. neşifonabilizarea vâscozei; protecţia antiacidă; anticontracţie; 6. 0,5-1%.
ATEBIN BFF	Dr. Böhme	1. soluţie vâscoasă; 2. slab anionic; 3. dispersie artificială; 5. pentru apretarea bumbacului, poliamidei 6. 5-20 g/l pentru apretări uşoare, 25-60 g/l pentru apretare mai tare; 100-150 g/l pentru efecte speciale (apretarea gulerelor).
APRETAN HN	Hoechst	1. soluţie vâscoasă; 2. anionic; 3. sarea de amoniu a unui copolimer vinilacetat cu grupe carboxil; 4. 50% substanţă uscată; 5. produs de apretare pentru pălării din lână şi din păr de iepure care nu se razează; 6. 50-100 g/l aplicat prin fulardare.

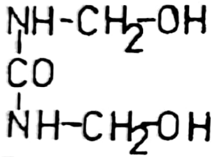
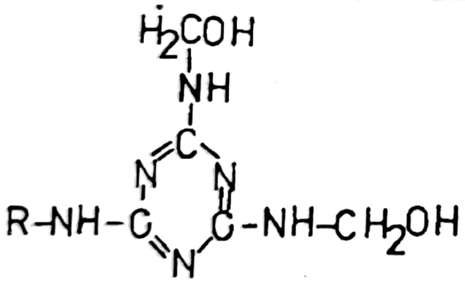
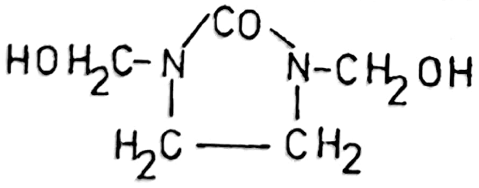
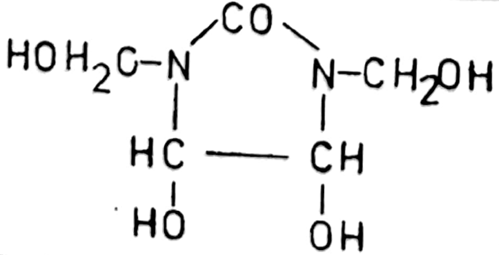
ARACET E-50	I.Ch. Râşnov	**1.** dispersie apoasă, alb-gălbuie; **2.** -; **3.** poliacetat de vinil (E - emulsie, DP -dispersie apoasă cu plastificator; DP-50 conţine 50% plastifiant; DP-25 -are 25% plastifiant; **4.** 50±2% substanţă uscată; **5.** produs de apretare (semilavabil) cu utilizări multiple; **6.** 20 g/l pentru apretarea ţesăturilor prin fulardare; 9 părţi DP-25, 2 părţi DP-50 şi 4 părţi apă pentru apretarea pe dos a covoarelor.
APREPAL AV II	Certex	**1.** lichid viscos, incolor; **2.** -; **3.** soluţie alcalină de copolimer acetat de vinil-acid carboxilic; **4.** concentraţia 50±2%, desitatea 1,02 g/cm^3; **5.** produs destinat cloşurilor de pălării din lână şi din păr de iepure; **6.** se prepară cu apă în raportul 1:1; pH=7 (cu aminiac) pentru apretarea cloşurilor.
CATALIZATOR RS	Romtensid	**1.** lichid siropos, incolor (slab-gălbui); **2.** -; **3.** amestec sinergetic cu caracter acid; **4.** 46,5 ± 1,5% substanţă uscată; **5.** catalizator şoc folosit la apretarea neşifonabilă, indicat pentru răşini reactante, se reduce temperatura şi durata de condensare, nu este compatibil cu agentul de albire optică Stralex MEM; **6.** 18-21 g/l în soluţia de fulardare ce conţine răşini reactante (Reactant G_1); condiţii de condensare: 20-40 sec., 140°C.
DEPREMOL G	Chemapol	**1.** lichid transparent, slab gălbui; **2.** neionic; **3.** produs de condensare heterociclic; **4.** 40% substanţă uscată; **5.** produs de apretare neşifonabilă pentru ţesături din fibre celulozice sau în amestecuri cu sintetice; **6.** 100-150 g/l pentru neşifonabilizare; 100-160 g/l pentru efect de gofrare pe bumbac şi celofibră; 40-100 g/l apreturi de umplere; se recomandă 10% catalizator (clorură de zinc sau amoniu).
ELASTOFIX SK-21	Dr. Böhme	**1.** emulsie albă; **2.** neionic; **3.** polixilosani; **4.** 60% substanţă uscată; **5.** produs pentru îmbunătăţirea extensibilităţii şi a neşifonabilităţii ţesăturilor şi tricoturilor; **6.** finisarea stretch şi neşifonabilizare: 60 g/l Elastofix sk-21; 3 g/l Vernetzer SK-22; finisarea stretch şi neşifonabilizarea cu efect hidrofob: 30 g/l Elastofix SK-21, 20g/l Vernetzer SK-22, 8 g/l Extender SI, 2 g/l Katalizator SI.
FIXAPRET AH	BASF	**1.** lichid incolor; **2.** neionic; **3.** DMEU; **4.** 50% substanţă activă; **5.** produs de apretare neşifonabilă, permanent press pentru ţesături din fibre celulozice şi amestecuri (poate influenţa rezistenţele vopsirilor la lumină şi reactivitatea nu depinde de natura catalizatorului): **6.** 90-150 g/l pentru neşifonabilizare şi 100-120 g/l pentru permanent press pe ţesături de bumbac, cu adaos de 10-15 g/l clorură de magneziu.

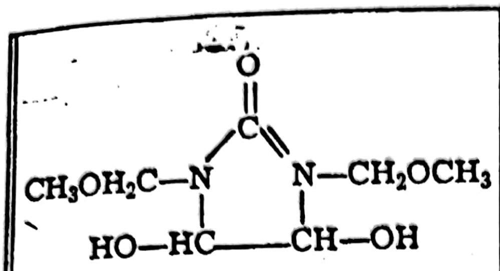
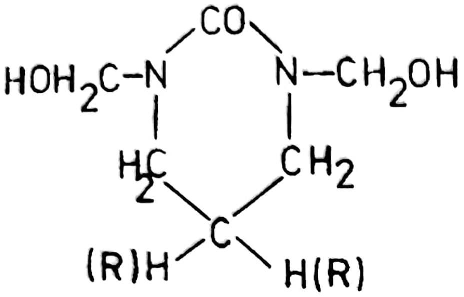
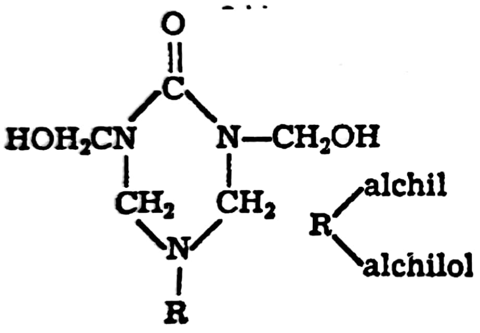
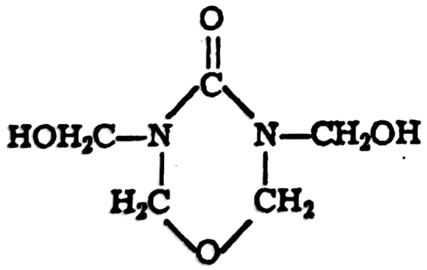
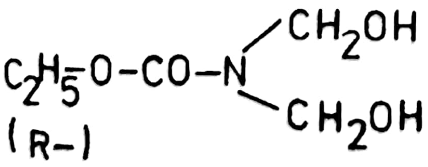
FIXAPRET CPN	BASF	1. lichid transparent; 2. neionic; 3. DHDMEU; 4. 40% substanţă uscată; 5. produs de apretare neşifonabilă, spală-poartă, efect de gofrare permanent press pentru fibre celulozice sau în amestec cu sintetice; catalizatori: clorură de magneziu şi/sau amoniu, sulfat de amoniu; 6. 80-150 g/l pentru apretare, spală şi poartă şi ţesături din fibre celulozice; 200-250 g/l pentru efectul permenent press pe ţesături PET/bbc; 100-160 g/l pentru efectul de gofrare.
GLIKAZIN	Rusia	1. lichid incolor; 2. neionic; 3. esterietilenglicol-penta şi hexametilolmelamina; 4. pH=8-9; 5. neşifonabilizare; 6. 10-20%.
KARBAZON E	Rusia	1. lichid incolor; 2. neionic; 3. dimetiloletiltriazina; 4. 50% substanţă uscată; pH=7,5-9; 5. neşifonabilizare, anticontracţie; 6. 8,5-25% (faţă de masa materialului textil).
KARBAMOL GL	Rusia	1.-; 2. neionic; 3. DMDHEU; 4. 50% substanţă uscată; 5. tratamente de finisare superioară; 6. 8,5-25%.
KARBAMOL	Rusia	1. pastă albă; 2. neionic; 3. DMU; 4. 40% substanţă uscată; pH=8,2-8,4; 5. anticontracţie; protecţie antiacidă; 6. 3-20%.
KARBAMOL ŢEM	Rusia	1. soluţie apoasă, incoloră; 2. neionic; 3. DMEU; 4. pH=8-9; 5. finisări superioare; 6. 6-20%.
KATALIZATOR USTEA	Rusia	3. complex acetat de zinc cu trietanolamina; 5. pentru finisarea cu emulsie şi DMEU; 6. 2,5%.
KAURIT W	BASF	1. pastă; 2. neionic; 3. metiluree modificată; 4. 75% substanţă uscată; 5. produs de apretare neşifonabilă şi pentru conferirea stabilităţii dimensionale a meterialelor textile celulozice şi a amestecurilor cu sintetice şi lână; 6. 120-220 g/l în procedeul pad-dry-cure.
KNITEX TM (FA, FPM, FPR)	Ciba-Geigy	1., 2. -; 3. răşină condensată pe bază de glioxalmonouree modificată; 4. -; 5. răşină pentru fixarea superioară a suporturilor celulozice şi a amestecurilor cu sintetice; conferă un grad de alb bun şi un teşeu moale.
LIAROM HM	I.T. Timişoara	1. lichid siropos de culoare slab gălbuie; 2. -; 3. răşină melaminformaldehidă; 4. 55-60% substanţă uscată; 5. agent de reticulare pentru lianţi acrilici folosiţi la oţinerea articolelor neţesute sau la imprimarea cu coloranţi pigmenţi; agent de apretare neşifonabilă pentru ţesături din fibre celulozice cu efect de suprafaţă (gofrare); 6. 8-12% faţă de liantul acrilic în tehnologia neţesutelor şi 80-100 g/l în apretarea neşifonabilă.

METAZIN	Rusia	1. masă viscoasă; 2. neionic; 3. eter metilic al penta şi hexametilolmelaminei; 4. pH=7-7,25; 5. tratamente de finisare superioară; 6. 5-7%.
NEUPERM GFK	Veb Fettchemie	1. lichid incolor până la uşor gălbui; 2. neionic; 3. răşină reactantă, DMHEU; 4. 45% substanţă uscată; 5. produs de apretare neşifonabilă pentru fibre celulozice şi a amestecurilor; 6. 100-200 g/l.
PLUVION BFC-35	Dr. Böhme	1. soluţie lăptoasă; 2. cationică; 3. fluorcarbonat; 4. -; 5. produs de apretare pentru fibre celulozice şi în amestec cu fibre sintetice; 6. 20-40 g/l în procedeul pad-dry-cure (1 ml/l acid acetic).
PRETAVIL KWB	Dr. Böhme	1. dispersie albă cu vâscozitate mică; 2. anionic; 3. copolimer (termoactiv); 4. 40 % substanţă uscată; 5. produs de apretare neşifonabilă cu conţinut redus de formaldehidă; compatibil cu produse melaminice, uree şi derivate reactante; 6. 50-100 g/l prin procedeul pad-thermofix (3-5 min la 130-150 °C).
REACTANT G_1	I.T. Timişoara	1. lichid transparent; 2. neionic; 3. DHDMEU; 4. 40% substanţă uscată; 5. produs de meşifonabilizare (poate schimba nuanţa ţesăturilor vopsite); 6. 90-150 g/l pentru articolele uşoare tip bumbac şi mixte în prezenţa a 10% clorură de magneziu.
REACTANT G_2	I.T. Timişoara	1. lichid transparent, slab gălbui; 2. neionic; 3. glioxal monouree modificată; 4. 40% substanţă uscată; 5. produs de apretare neşifonabilă şi anticontracţie pentru ţesături din fibre celulozice sau în amestecuri cu fibre sintetice; indicat, în special, pentru tratamentul permanent press, prin procedeele pre-cure şi post-cure (nu schimbă nuanţa articolelor vopsite); 6. 80-180 g/l prin procedeul de precondensare şi 250-350 g/l prin procedeul de postcondensare (10% clorură de zinc).
SANDOPERM FES lichid	Sandoz	1. emulsie groasă, lăptoasă; 2. neionic; 3. polisiloxan reactiv; 4. densitatea 1 g/cm^3 la 20°C; 5. elastomer siliconic, autoreticulant, pentru apretarea permanentă a tuturor tipurilor de fibre aplicat prin fulardare sau epuizare; 6. pad (10-40 g/l Sandoperm FES, 20°C, pH=5-6; GP=60-100%) -dry(110-140°C) -cure(4-5 min la 150°C); impregnare (2-4% Sandoperm FES; pH=4-6; Hm=1:10 - 1:30, 10-20 min la 30°C) -uscare (110-140°C).

TEXPRET AM	BASF	1. lichid incolor; 2. neionic; 3. derivat de acrilamidă; 4. 20% substanţă uscată; 5. produs de apretare şi umplere pentru ţesături din fibre celulozice native şi regenerate, lână, poliamidă şi amestecuri cu fibre sintetice; 6. 20-15 g/l pentru apretare în funcţie de articol şi în combinaţie cu alte produse de neşifonabilizare.
VIOPRET TR	C.Ch. Făgăraş	1. lichid transparent incolor; 2. -; răşină ureo-formaldehidică modificată cu reactant; 4. -; 5. produs de apretare neşifonabilă cu rezistanţă la spălare (indicat pentru inserţii); 6. 130-200 g/l la fulardare, în funcţie de efectul dorit.

REACTANŢI N-METILOLICI **ANEXA XIII**

Formula	Denumirea prescurtată	Denumirea structurală
	**DMU**	**Dimetiloluree(uree-formaldehidă)**
	**(M-F)**	**(Melamină-formaldehidă)**
	**DMEU**	**Dimetiloletilenuree**
	**DMDHEU**	**Dimetiloldihidroxietilenuree**

	DMDHEUet	Dimetiloldihidroxietilenuree-eterificat
	DMPU	Dimetilolpropilenuree
	DMT	Dimetiloltriazină
	DMUR	Dimetiloluronă
	DMC	Dimetilolcarbamat

PRODUSE PENTRU IGNIFUGARE **ANEXA XIV**

Denumirea	Firma	Caracteristici
APIROL F-2	Tubingen	**1.** lichid incolor; **2.** -; **3.** derivat organic halogenat; **4.** -; **5.** ignifugarea PA, PET, celofibră şi lână; **6.** 100-500 g/l, prin fulardare.
FIREX WL	Dr. Böhme	**1.** pulbere albă, cristalină; **2.** neionic; **3.** sare de amoniu; **4.** solubil în apă caldă (soluţia slab acidă); **5.** ignifugarea fibrelor celulozice şi a amestecurilor cu lână; **6.** 100-300 g/l - fulardare; 200-400 g/l la impregnarea în căzi; 400-550 g/l - aplicarea prin stropire.
IGNIFUGANT P	I. T. Timişoara	**1.** lichid viscos, incolor; **2.** slab cationic; **3.** compus organofosforic; **4.** 60 % substanţă activă; **5.** produs de ignifugare cu efect stabil la spălare, destinat pentru fibre celulozice; **6.** reţeta: 300-500 g/l Ignifugant P, 1-3 g/l Romopal OF 10, 50-80 g/l Liarom; 20 g/l acid fosforic (85 %), 20-40 g/l produs de emoliere neionic.
IGNIFUGANT UP	I. T. Timişoara	**1.** lichid cu viscozitate mică, incolor; **2.** -; **3.** compus organofosforic; **4.** -; **5.** efect de ignifugare pe fibrele celulozice, fără efect stabil la spălare; **6.** fulardare-uscare (80 °C) - condensare (3 min la 170 °C)-spă;lare (60 °C)
PERPREGNOL FIS	Giba-Geigy	**1.** dispersie apoasă, alb-crem; **2.** -; dispersie de oxizi metalici; **4.** 40 % substanţă uscată; **5.** conferă igfnifugare, impermeabilizare şi protecţie biologică ţesăturilor din fibre celulozice, cu efect stabil la spălare (prelate); **6.** fulardare (fără diluţia)-uscare (110 °C).
PIROVATEX CP	Giba-Geigy	**1.** -; **2.** cationic, **3.** compus organofosforic; **4.** -; **5.** efect permanent de ignifugare pentru fibre celulozice şi liberiene; **6.** reţeta: 300-500 g/l Pirovatex CP, 1-3 g/l agent de udare; 50-80 g/l Liofix CH, 20 g/l acid fosforic (85 %), 20-40 g/l produs de emoliere neionic.
RUCON Flammschutz VDA	Rudolf	**1.** pulbere albă; neionic; **3.** compus organofosforic bromurat; **4.** -; **5.** ignifugarea ţesăturilor de PET (100 %) şi a stofelor de mobilă sau decoraţiuni interioare.

SUBSTANŢE PENTRU PROTECŢIA BIOLOGICĂ *ANEXA XV*

Denumirea	Firma	Caracteristici
ANTIMUCINE PNT	Sandoz	1. dispersie alb-crem; 2. neionic; 3. eter fenolic al unui acid gras; 4. -; 5. previn petele de putregai şi de putrefacţie pe ţesături din fibre celulozice; se poate amesteca cu produsele de hidrofobizare pe bază de parafină emulsionată; 6. 4-8% apret.
DODIGEN 226	Hoechst	1. lichid limpede; 2. cationic; 3. clorură de laurildimetilbenzilamoniu; 4. 50% substanţă uscată; 5., 6. 0,05% apret bacteriostatic pe ţesături din fibre celulozice.
FUNGITEX PLE.	Ciba-Geigy	1. dispersie alb-crem; 2. cationic; 3. derivat fenolic în emulsie; 4.-; 5. protecţia biologică (mucegai, putrezire) a ţesăturilor din fibre celulozice; 6. 50-100 g/l.
FUNGICID S	Sintofarm	1. pudră verzuie, insolubilă în apă; 2. -; 3. -hidroxichinolat de cupru; 4. 17-19% conţinut în cupru; 5. agent de imputrescibilizare; 6. 1 parte agent şi 20 părţi acid formic; tratament prin fulardare.
HYGITEX MO	Dr. Böhme	1. emulsie albă-gălbuie, solubilă în apă; 2. anionic; 3. dispersie de polimer cu substanţă activă; 4. 45% substanţă activă; 5. dezodorizant şi antimicrobian pentru ţesături cu destinaţie specială; 6. se aplică prin fulardare.
PREVENTOL GD	Bayer	1. praf alb; 2. anionic; 3. bis (5 clor-2 hidroxifenil) metan; 4. 7% umiditate; 5. protecţie biologică stabilă la spălare; 6. 1-1,2%.

BIBLIOTECA JUDEŢEANĂ
"GH. ASACHI"
IAŞI

BIBLIOGRAFIE

1. E. Iliescu, E. Ciobotea, Diaconeasa A., Irimia L., Nistor V., Popa M., Popescu C., Puşcaşu S., Savaniu V. - *Nomenclator de produse auxiliare textile*, S.C. „LACECA" S.A. Bucureşti, 1992;
2. *** - *Catalog de sinteze*, S.C. „CETEX" S.A. Bucureşti;
3. *** - *Auxiliari pentru industria textilă*, S.C. „ROMTENSID" S.A. Timişoara;
4. B.N. Melnikov - *Primenenie krasitelei*, Himiia, Moskva, 1986;
5. B.N. Melnikov - *Otdelka hlopciatobumaijnâh tkanei*, I, Spravocinik, Legprombâtizalat, Moskva, 1991;
6. B.N. Melnikov - *Progress tehniki i tehnologhii peciatania tkanei*, Legkaia industriia, Moskva, 1980;
7. V.F. Androsov - *Sinteticeskie krasiteli vâ legkai promâşlenosti*, Legprombâtizdat, Moskva, 1989;
8. M. Gavriloaia, D. Liuţe, N. Dumitriu - *Îndrumătorul tehnicianului din industria inului*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1984;
9. N. Mândrea, I. Mihuţ - *Îndrumătorul tehnicianului pentru finisarea ţesăturilor de poliester în amestec cu fibre de bumbac şi celofibră*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1985;
10. *** - *Cataloagele firmelor producătoare de substanţe chimice auxiliare pentru industria textilă.*

ADRESE UTILE

Nr. crt.	Denumirea firmei	Adresa	Telex
1.	BASF	D. 6700 Ludwigshafen, Germania	464990
2.	BAYER	D. 5090 Leverkusen, Bayerwerk	85101-231
3.	DR. BöHME	Chem. Fabrik Gmbh Isardamm 79-83, D. 8192 Geretsried 1	526312
4.	CESALPINIA	Via Pinamonte da Brembate 3 1-24100-Bergamo	332892
5.	CHT	Chemische Fabrik Tubingen Bismarkstrasse 102 D. 7400 Tubingen	7262823
6.	CIBA-GEIGY	CH-4002 Basel	963714
7.	CHEMAPOL	Kodanska 46-Praga	122075
8.	CIECH	Warszawa-1 Jasna 121 P.O.B. 271, POLAND	814561
9.	INTERNATIONAL BIOSYNTETICS	7 Rüdes Comtesses Franța, 59474	–
10.	I.C.I.	Hexagon House Blackley, Manchester M 93 DA ENGLAND	667841
11.	ISMA DYE	Alexandria, El Dowar EGIPT	4083
12.	VEB FETTCHEMIE	0 9010 Chemnitz GERMANIA	0112171
13.	HOECHST	D. 6230-Frankfurt am Main 80	412340
14.	LEUNA	1055-Berlin 55 Storkwerstrasse 33	-
15.	MAGIS	20123 Milano Via Boccacio 19	312356
16.	RHONE-POULEANC	47 Rue Villiers FRANŢA 92527 Neuilly sur Seine	620350
17.	SCHOLTEN'S	OLANDA-Foxhol	53018
18.	SANDOZ	CH-4002 Basel Voltastrasse 12	96505045
19.	ZSCHIMMER SCHWARZ	D. 5420 Lahnstein Rhein	869816

CUPRINS

INTRODUCERE 5

1. CARACTERIZAREA FIBRELOR TEXTILE 7

2. REALIZĂRI ÎN TRATAMENTELE DE PREGĂTIRE 15
    2.1. Descleierea 15
    2.2. Curăţirea alcalină 17
    2.3. Mercerizarea bumbacului 25
    2.4. Saponificarea polietilentereftalatului 31
    2.5. Albirea 35
        2.5.1. Albirea cu hipoclorit de sodiu 35
        2.5.2. Albirea cu clorit de sodiu 39
        2.5.3. Albirea cu peroxid de hidrogen 41
        2.5.4. Alţi agenţi de albire 52
    2.6. Metode rapide de pregătire 53
    Bibliografie 58

3. PROCEDEE INTENSIVE DE VOPSIRE 61
    3.1. Sistemul tinctorial fibre celulozice-coloranţi direcţi 62
    3.2. Sistemul tinctorial fibre celulozice-coloranţi reactivi 65
    3.3. Sistemul tinctorial fibre celulozice-coloranţi de cadă 76
    3.4. Sistemul tinctorial fibre celulozice-coloranţi cuvosoli 88
    3.5. Sistemul tinctorial fibre celulozice-coloranţi de sulf 90

3.6. Sinteza coloranților azoinsolubili în fibrele celulozice 94
3.7. Vopsirea fibrelor proteice 98
3.8. Sistemul tinctorial fibre poliacrilonitrilice-coloranți cationici 108
3.9. Sisteme tinctoriale neionice 111
3.10. Vopsirea materialelor textile mixte 114
Bibliografie 121

4. IMPRIMAREA MATERIALELOR TEXTILE 123
4.1. Generalități 123
4.2. Imprimarea directă 127
4.3. Imprimarea prin corodare 141
4.4. Imprimarea prin rezervare 141
4.5. Imprimarea prin transfer 143
4.6. Efecte speciale de imprimare 147
Bibliografie 150

5. PROGRESE ÎN TRATAMENTELE DE FINISARE SUPERIOARĂ 153
5.1. Compoziții noi de neșifonabilizare 154
5.2. Tehnologii de neșifonabilizare cu conținut redus de formaldehidă 159
5.2.1. Stabilizarea dimensională 161
5.3. Hidrofobizarea 166
5.4. Protecția antiacidă 168
5.5. Finisarea imputrescibilă 168
5.6. Ignifugarea 169
Bibliografie 172

6. COMASAREA OPERAȚIILOR DE FINISARE 173
6.1. Metode comasate de pregătire 173
6.2. Comasarea operațiilor de vopsire și albire 174
6.3. Comasarea operațiilor de mercerizare și vopsire 177
6.4. Efectuarea simultană a vopsirii și a tratamentelor de finisare superioară 178
Bibliografie 180

7. ACTIVAREA PROCESELOR DE FINISARE TEXTILĂ 181
7.1. Comportarea fibrelor textile în mediile de finisare 181
7.2. Activarea termică 184
7.3. Utilizarea topiturilor 202
7.4. Acţiunea intensificatorilor şi catalizatorilor 214
7.5. Finisarea azeotropă a substanţelor de finisare 219
7.6. Finisarea textilelor în mediu de amoniac lichid 230
Bibliografie 240

8. METODE SPECIALE DE DEPUNERE A SUBSTANŢELOR DE FINISARE PE MATERIALELE TEXTILE 243
8.1. Vopsirea materialelor textile prin depunerea coloranţilor praf 243
8.2. Vopsirea din fază gazoasă 245
8.3. Procedee de tratare cu volume mici de flotă 248
8.4. Finisări cu mediu de spumă 252
8.4.1. Parametrii spumei 253
8.4.2. Structura spumei 256
8.4.3. Proprietăţile fizice ale spumei 258
8.4.4. Instalaţii de producere şi de aplicare a spumei 265
8.4.5. Aplicaţii din mediu de spumă 273
Bibliografie 286

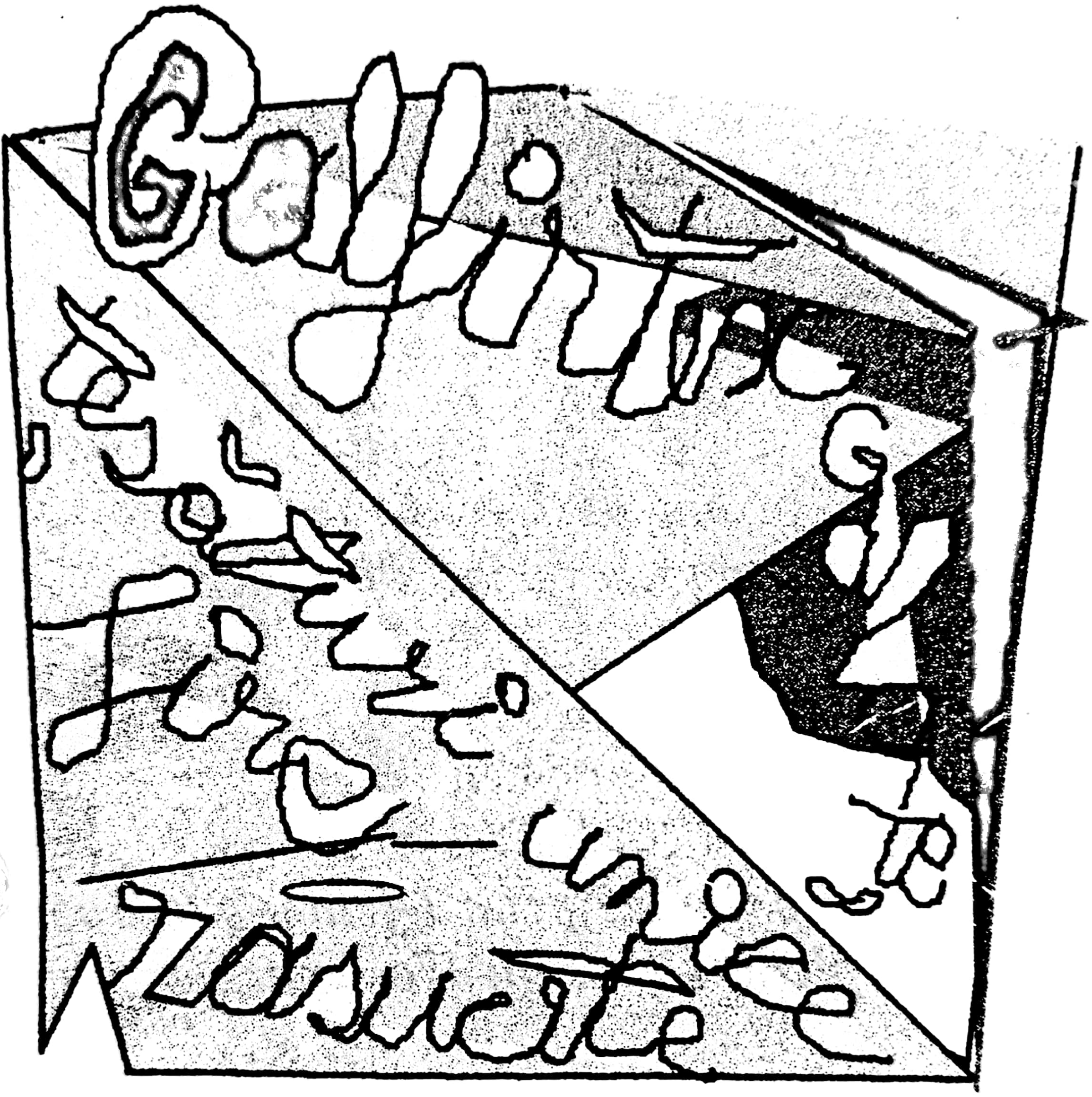
9. BIOTEHNOLOGII TEXTILE 289
9.1. Natura, mecanismul şi cinetica reacţiilor enzimatice 289
9.2. Aplicarea biotehnologiilor în procesele chimice textile 294
Bibliografie 306

ANEXE. SUBSTANŢE AUXILIARE PENTRU FINISAREA TEXTILELOR . . 307
I. SUBSTANŢE DE DESCLEIERE 309
II. SUBSTANŢE AUXILIARE UTILIZATE ÎN OPERAŢIILE DE PREGĂTIRE 310
III. ACTIVATORI ŞI STABILIZATORI PENTRU ALBIRE 311
IV. AGENŢI DE SPĂLARE, UDARE, DETAŞARE 312

V. AUXILIARI PENTRU MERCERIZARE 320
VI. AGENŢI DE DISPERSARE A COLORANŢILOR 320
VII. AGENŢI DE EGALIZARE UTILIZAŢI LA VOPSIRE 322
VIII. AGENŢI DE ANTIMIGRARE UTILIZAŢI PRIN FULARDARE 332
IX. AGENŢI DE DISPERSARE, SOLUBILIZARE, PASTIFICARE, DIFUZIE ŞI FIXARE UTILIZAŢI LA IMPRIMARE 333
X. AGENŢI DE SPUMARE 335
XI. AGENŢI DE ANTISPUMARE 335
XII. SUBSTANŢE DE NEŞIFONABILIZARE ŞI APRETARE 336
XIII. REACTANŢI N-METILOLICI 340
XIV. PRODUSE PENTRU IGNIFUGARE 341
XV. SUBSTANŢE PENTRU PROTECŢIA BIOLOGICĂ 343
Bibliografie 344
Adrese utile 345

Format: 70x100/16. Coli tipo: 22
Bun de tipar. 27.08.1996
Apărut: 1996

Tipar executat la Tipografia **Moldova**,
sub comanda nr. 79/1996



str. DOMNEASCĂ, nr. 158 ;Tel : 40 - 036 - 481221 ; 40 - 036 - 42310

Fax: 40 - 036 - 4639 97

GALAȚI

Manager general : Ing. Mircea BARZU

STOFE BUHUŞI S.A.

○○○○○○○○○○○

o firmă cu o tradiţie îndelungată în domeniul textilelor de lână

Fondată în 1985, fabrica este complet integrată şi produce un sortiment bogat de ţesături de lână şi tip lână, cu următoarele destinaţii:

- ***rochii pentru femei;***
- ***sacouri şi costume pentru bărbaţi;***
- ***pardesie pentru bărbaţi;***
- ***pardesie şi paltoane pentru femei şi bărbaţi;***
- ***pături şi pleduri (licenţă Woolmark).***

Adresa noastră:

STOFE BUHUȘI S.A.
str. Libertății, nr. 36
Buhuși, 5536
tel: 093.261300,
fax: 093.262763
telex: 21241 sbhsa r

TEXIND
CRAIOVA

S.C. TEXIND S.A.

FOSTA "INDEPENDENTA"
Str.G-ral DRAGALINA nr.102
Tel.051-124488 Telex 41302
Fax.051-124152
CRAIOVA DOLJ-1100

Produce si comercializeaza:
- Paturi
- Tesaturi de vigonie
- Tesaturi de lina

* Doreste un Joint Venture pentru finalizarea unei fabrici de stofe

Manufacturing and sale of:
- Blankets
- Cotton lint fabric
- Woolen cloth

* We wish to form a Joint Venture in order to finish the building and start the production of wool cloth.

2 COLECȚIA TEHNOLOGII PERFORMANTE

Noutatea monografiei de faţă rezultă din prezentarea unitară – pentru întîia dată în literatura de specialitate – a procedeelor continue de finisare (pregătire-curăţare alcalină, albire şi mercerizare, colorare-vopsire, imprimare, tratamente de finisare superioară) şi a posibilităţilor de intensificare (comasarea operaţiilor, acţionarea termică, utilizarea topiturilor, a intensificatorilor, catalizatorilor, solvenţilor, biotehnologiilor textile etc.).

prof. dr. ing. ELENA ILIESCU

Amplă prin conţinut şi prin mijloace de informare, lucrarea supusă atenţiei cuprinde cele mai recente date din tehnologia finisării materialelor textile, adresîndu-se în egală măsură inginerilor tehnologici, proiectanţilor, studenţilor şi cadrelor didactice din învăţămîntul superior.

prof. dr. ing. VALERIA GORDUZA